Das populäre Magazin für Astronomie und Raumfahrt

Spektrum DER WISSENSCHAFT

ASTRONOMIE HEUTE

SKY & TELESCOPE DEUTSCHE AUSGABE

WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

November
11 / 2006
€ 6,50 / sFr 12,50

PLANETENJÄGER

Weltraumteleskop Corot am Start

ALTES LICHT

Zeugnis der kosmischen Vergangenheit

MECHANISCHE WUNDER

Miniaturmodelle des Sonnensystems

60463

DER RIESE VON WELZHEIM

Ein neues Großteleskop für Amateure

ASTRONOMIE AUF DEM MARS

Wie die Rover zu Sternguckern wurden

4 196046 306506 11

Oliver Dreissigacker
Redaktionsleiter

Guten Tag und auf Wiedersehen!

Liebe Leserinnen und Leser, auch wir von ASTRONOMIE HEUTE wollten die Gelegenheit natürlich nicht verpassen, am 16. September, dem dritten bundesweiten Astronomietag, an den Veranstaltungen teilzunehmen. Mein Kollege Stephan Fichtner war einer von rund 2200 Besuchern auf der seit Langem ersten Astromesse in Süddeutschland, der AME 2006. Zwei Fliegen mit einer Klappe: Hier fand gleichzeitig die Zentralveranstaltung der Vereinigung der Sternfreunde (VdS) zum Tag der Astronomie statt.

Meist war Fichtner am Stand des Spektrum-Verlags anzutreffen, an dem großer Andrang herrschte – war doch Teleskopbaulegende John Dobson hier zu Gast und gab unermüdlich Autogramme. Es war ohne Zweifel die Krönung seines knapp zweiwöchigen Aufenthalts. Im Dezemberheft werden wir die Begegnungen mit Dobson ausführlich Revue passieren lassen. Seien Sie gespannt!

Ich selbst hatte keine so weite Anreise – die Mannheimer Radiosternwarte von Peter Wright, dem Vorsitzenden des europäischen Klubs für Radioastronomie Erac (AH 3/2004, S. 52), hatte geladen. Unter Mitwirkung der »Ufo-Aufklärer« vom Cenap (AH 9/2004, S. 18) gab es ein Vortragsprogramm, bei dem Monika Maintz das Projekt »Wissenschaft in die Schulen!« vorstellte, nachdem ich die Ehre und das Vergnügen hatte, das Publikum mit verschiedenen Aspekten der Astronomie und der Berichterstattung darüber vertraut zu machen. Besonders gefreut hat mich, bei dieser Gelegenheit AH-Lesern Hallo sagen zu können und mit ihnen ins Gespräch zu kommen. Dabei war der »Fall Pluto« immer wieder ein Thema …

Verabschieden dagegen wollen wir uns an dieser Stelle von Rudolph Kippenhahn, der seinen Ruhestand als ehemaliger Direktor des Max-Planck-Instituts für Astrophysik fortan ohne den ständigen Druck des Redaktionsschlusses genießen möchte. Er hat ASTRONOMIE HEUTE mit seinen Kolumnen seit der ersten Ausgabe bereichert. Im Kosmos Verlag erschien gerade eine Auswahl davon als Buch (S. 76). Ich kenne keinen ehemaligen Profi-Astronomen, der so profund das breite Publikum mit seinen Artikeln und Büchern zu begeistern wusste. Wir wünschen ihm alles Gute und hoffen, er hat so viel Freude an diesem Magazin, wie wir mit seinen Sternstunden hatten.

Herzlichst, Ihr

BERND WEISHEIT

Dobson signiert Dobson – der Teleskopbauer war ein Publikumsmagnet

AH

Beim dritten Tag der Astronomie fehlten auch die Radioamateure nicht

AH

Lieber Herr Kippenhahn: Danke für die Sternstunden!

INHALT

WISSEN

Astro News 10
Endlose Debatte um Pluto, neue Exoplaneten, erste Weltraumtouristin und vieles mehr

▶ **Der Weltensammler** 14
Ein neuer Satellit soll nach fernen Planeten spähen

▶ **Altes Licht** 20
Astronomie ist immer auch ein wenig Archäologie

▶ **Orrerys** 26
Mechanische Wunderwerke – das Sonnensystem en miniature

▶ **Der Himmel über Mars** 32
Forscher betreiben Sternwarten auf dem Roten Planeten

BEOBACHTUNG

Schauplatz Mond 38
Warum nicht alle Krater auf dem Erdtrabanten rund sind

Planetarium 40
Ein Fischzug im Meer der Sterne

Sterntafel 42
Der mitternächtliche Himmel in der Übersicht

Feldstechertipp 44
Algol, der Teufelsstern

Deep Sky 46
Leichte Ziele in der Andromeda

Nahaufnahme 52
Wie eine eitle Schwiegermutter an den Himmel versetzt wurde

nach S. 53

SONDERTEIL

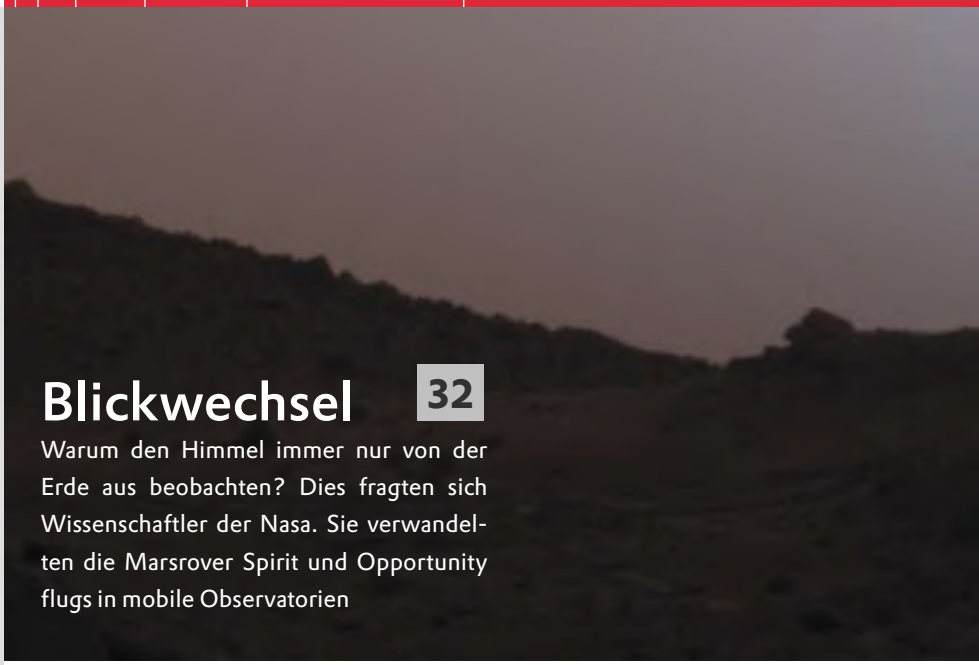
VdS-Sonderteil
Die Vereinigung der Sternfreunde stellt sich vor

SZENE

Unterwegs 58
Per Aufzug in die Galaxis – Schüler qualifizieren sich für »Elevator:2010«

▶ **Sternwarten** 62
Ein neues Großteleskop für Amateure

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▲ gekennzeichnet



Blickwechsel 32

Warum den Himmel immer nur von der Erde aus beobachten? Dies fragten sich Wissenschaftler der Nasa. Sie verwandelten die Marsrover Spirit und Opportunity flugs in mobile Observatorien

TITEL 14

ILLUSTRATION: CNES / DAVID DUCROS

Die Suche nach Exoplaneten steht vor einem Durchbruch, denn bald erfolgt sie auch vom Weltraum aus – mit dem Satelliten Corot

20

AG. FOCUS, SPL / NOAO / AH

Blick in die Vergangenheit

Das Licht der Sterne ist seit Jahrtausenden unterwegs. Gehen Sie mit Ihrem Teleskop auf eine Reise durch die Zeit!

wis
wissenschaft in die schulen!

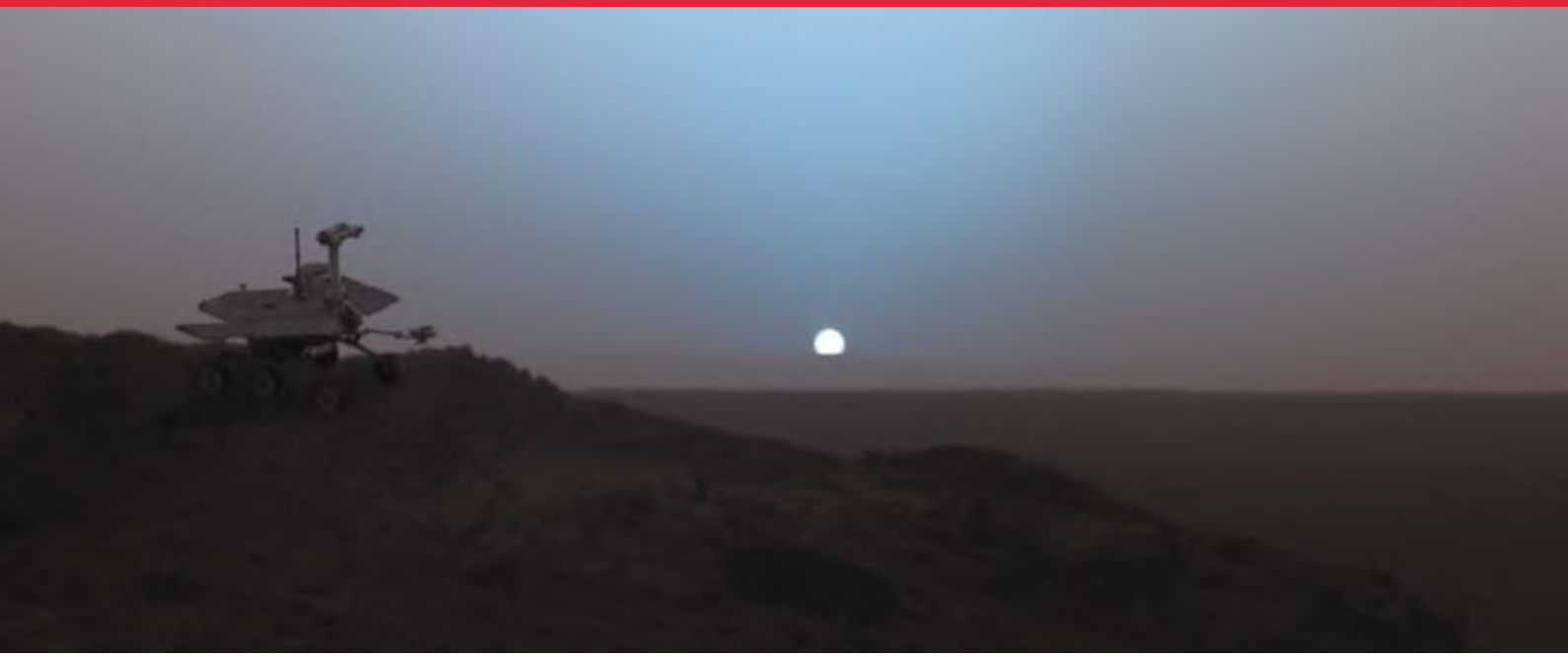
26

MATTHIAS MEIER

wis
wissenschaft in die schulen!

Die Himmelsmechaniker

Komplizierte Anordnungen von Stangen und Zahnrädern lassen die Planeten in diesen Modellen ihre Kreise ziehen – ganz wie im echten Kosmos



62

Der Riese von Welzheim

Östlich von Stuttgart steht seit Kurzem das größte Amateurteleskop Baden-Württembergs

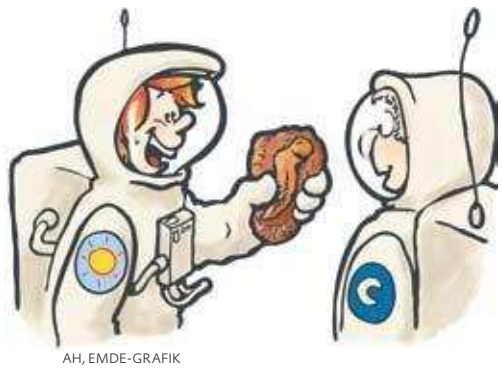
STEFAN SEIP

Stilles Potpourri

Egal ob mit einfachen Kameras oder professioneller Ausrüstung aufgenommen: Wieder einmal erreichten uns zahlreiche beeindruckende Bilder. Lassen Sie sich ins All entführen!

68

TORSTEN MÖRKE



AH, EMDE-GRAFIK

72

Marserkundung

Das Forscherpärchen Sonja und Lunic ist noch immer auf dem Roten Planeten unterwegs: auf der Suche nach dessen wässriger Vergangenheit und Fossilien

TIPPS

Glanzlichter 68
Die schönsten Astrofotos unserer Leser

Hochglanz 71
So bearbeiten Sie Deep-Sky-Bilder erfolgreich

AH-Junior 72
Sonja und Lunic erforschen den Mars

Screenshot 75
Das Programm OSXplanet erweckt den Mac-Desktop zum Leben

Bücher 76
Verborgene Welten, ein Himmelsführer für unterwegs und Kippenhahns Sternstunden

TV & Events 78
Fernsehtipps und Veranstaltungsüberblick

3 Editorial • 7 Leser fragen – Experten antworten • 8 Leserbriefe • 51 Leserreise 80 Preisrätsel • 81 Astromarkt • 82 Vorschau / Impressum

Titelbild: Das Weltraumteleskop Corot soll Hunderte von Exoplaneten aufspüren

Titelmotiv: Illustration: CNES / David Ducros; unten links: Stefan Seip; unten rechts: Nasa, JPL / Caltech / Cornell U.

KALENDER: Himmel und Erde 2007

Auch 2007 gibt es ihn wieder: den Kalender »Himmel und Erde«! Auf 13 großformatigen Bildern präsentieren Ihnen darin die Redaktionen der beiden Zeitschriften ASTRONOMIE HEUTE und Sterne und Weltraum die schönsten Aufnahmen spektakulärer Himmelsereignisse. Zu beziehen über www.science-shop.de

UWE REICHERT

NEUHEITEN

Kalender

»Himmel und Erde 2007« – der ultimative Bildkalender der schönsten Himmelsobjekte

AH-Spezial

Mit »Wunder des Weltalls« erscheint nun schon im dritten Jahr in Folge ein opulenter Sonderband mit den besten Aufnahmen von Nasa, Esa und Co.

Jahrbücher 2007

Gleich zwei astronomische Jahrbücher bieten wir Ihnen seit diesem Jahr zur Auswahl an: »Ahnerts astronomisches Jahrbuch 2007« für den passionierten Amateurastronomen und »Der Himmel 2007« für alle Neueinsteiger in das faszinierende Hobby Astronomie

Sterne und Weltraum 11/2006

Das kosmische Netz – rätselhafte Strukturen
Saturn – Cassinis Halbzeitbilanz
Dobsonnachführung Marke Eigenbau
u. v. m.

Relaunch

Ab sofort versorgt Sie die Redaktion von ASTRONOMIE HEUTE auf der neu gestalteten Website www.astronomie-heute.de täglich mit noch mehr Online-News.

Lesen Sie dort den STARblog von Oliver Dreissigacker, laden Sie sich die aktuelle Ausgabe des KOSMOpod auf Ihren MP3-Player oder surfen Sie durch den neuen Bereich »Leserbriefe«

Wundervolles Weltall

Wie jeden Herbst präsentieren wir Ihnen mit unserem Bildband »Wunder des Weltalls« auch dieses Jahr wieder eine Auswahl der schönsten Aufnahmen aus Astronomie und Raumfahrt. Ab sofort am Kiosk!

Der Himmel 2007

Das Jahrbuch für den Astro-Einsteiger. »Der Himmel 2007« ist der kompetente Begleiter in Taschenbuchformat für Ihre ersten Beobachtungen am Nachthimmel. Sei es mit bloßem Auge, einem Feldstecher oder einem kleinen Teleskop

Das kosmische Netz

Titelthema unserer Schwesterzeitschrift Sterne und Weltraum ist diesmal das Rätsel der Strukturbildung im All. Die Novemberausgabe ist ab dem 17. Oktober am Kiosk erhältlich

»Leser fragen – Experten antworten«

Warum empfindet man einen gekrümmten Raum als Schwerkraft?
Thomas Goettges, Mönchengladbach

Nach Einstein bewirkt jede Masse eine Krümmung des Raums, der durch die drei Raumrichtungen und die Zeitrichtung gebildet wird. Ob ein Körper in einem solchen vierdimensionalen, gekrümmten Raum eine Schwerkraft spürt, hängt von der Bahn ab, auf der er sich bewegt. Auch wenn er am gleichen Ort bleibt, bewegt er sich im vierdimensionalen Raum fort, da die Zeit immer voranschreitet.

Ein Körper, auf den nur die Schwerkraft wirkt, fällt in Richtung der Masse, die die Krümmung erzeugt. Im dreidimensionalen Raum entspricht dies einer geradlinigen beschleunigten Bewegung. Im vierdimensionalen Raum bewegt sich der Körper dagegen auf einer gekrümmten Bahn. Die Theorie zeigt, dass die Bahn eines frei fallenden Körpers die kürzeste ist, die es in einem gekrümmten, vierdimensionalen Raum gibt.

Ein frei fallender Beobachter spürt keine Schwerkraft. Deshalb kann man Flugzeuge im Parabelflug (Fotos) dazu benutzen, Astronauten mit der Schwerelosigkeit vertraut zu machen. Wird der Beobachter aber durch eine zusätzliche Kraft davon abgehalten, frei zu fallen, spürt er sofort eine Schwerkraft. Das ist zum Beispiel dann der Fall, wenn er auf der Erdoberfläche auf einem Stuhl sitzt, der verhindert, dass er in Richtung Erdmittelpunkt fällt. Relativ zum frei fallenden Beobachter bewegt sich der auf dem Stuhl im vierdimensionalen Raum auf einer anderen (längeren und anders gekrümmten) Bahn. Dass bei einer Bewegung auf einer gekrümmten Bahn eine Kraft auftreten kann, kennen wir von der Zentrifugalkraft beim Fahren durch eine Kurve. Auch sie ist die Folge einer Abweichung von einer kräftefreien Bahn.

Das Beispiel vom frei fallenden Beobachter zeigt, dass nicht die Raumkrümmung eine Schwerkraft bewirkt, sondern die Bahn im vierdimensionalen Raum. Sie entscheidet, ob ein Körper eine Schwerkraft spürt und wie stark diese ist. **>> Immo Appenzeller**

Der Autor ist Direktor a. D. der Landessternwarte Heidelberg.

DLR; KLEINES FOTO: AH

Schwerelosigkeit lässt sich für kurze Zeit bei Parabelflügen erreichen.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um kompetente Antworten und stellen die interessantesten Beiträge vor.

ROBY KIEFFER

Mit etwas Kakao und zwölf Kilo Mehl demonstrierte unser Leser Roby Kieffer erfolgreich, wie die Krater auf dem Mond entstanden sind. Die Idee verdankt er Sonja und Lunic von AH-Junior.

Mondlabor

»Woher kommt der Mann im Mond?«
AH 1-2/2006, S. 84

In der Rubrik AH-Junior war die Anleitung zum Bau eines Mondlabors abgedruckt. Die Idee gefiel mir sehr gut, denn ich bin der Meinung, dass praktische Beispiele gerade in der Astronomie die Neugier der Jugendlichen wecken können.

Ein astronomisches Wochenende war in unserem Verein am 24. und 25. Juni angesagt. Die Mondlabor-Idee schien mir willkommen, um die eingeladenen Primärschulklassen möglicherweise für die Astronomie, die Königin der Wissenschaften, zu begeistern.

Gesagt, getan! Ich fertigte eine Holzkiste von etwa sechzig mal vierzig mal fünfzehn Zentimeter an. Anschließend wurde sie hübsch weiß lackiert und vor Ort dann mit etwa zwölf Kilogramm Mehl zirka acht Zentimeter hoch aufgefüllt. Mit etwa siebzig Gramm Kakaopulver, was einer halben kleinen Packung entspricht, wurde dann flächendeckend ein sattbrauner Überzug auf das Mehlbett gesiebt. Die Begeisterung war enorm.

Meine Freundin hatte alle Hände voll zu tun, um Ordnung in die Warteschleife zu bringen. Ich musste immer wieder den Kreativitätsdrang der Jungs bremsen, sonst hätte ich bald wie der Weihnachtsmann ausgesehen! Schließlich wollte ich das Kraterschießen auch mit dem Fotoapparat verewigen, und da muss man nahe an den Schauplatz ran.

Um die zwanzig Impakte von verschiedenen Geschossen verdaute meine Mondoberfläche, zirka zehn vertikale und zehn schräge, bevor ich sie erneut glatt ziehen und wieder Kakaopulver aufbringen musste.

Nach etwa vierzig Einschlägen entfernte ich die Geschosse, die je nach Gewicht und Wucht bis zum Kistenboden vorgedrungen waren. Ich mischte das Mehl immer wieder durch und konnte somit zwei Tage lang mit zwölf Kilogramm Mehl und etwa dreihundert Gramm Kakaopulver fast zweihundert Krater entstehen lassen! Es war ein durchschlagender Erfolg.

Roby Kieffer, per E-Mail

Sonnenbeobachtung

»Die Sonne und ihre Flecken«
AH 7-8/2006, S. 76

In dem Artikel aus der Rubrik AH-Junior beantworten Sie die Frage, ob Astronomen starke Sonnenbrillen zum Beobachten von Sonnenflecken benutzen, wie folgt: »Nein, sie haben keine Sonnenbrillen, sondern Fernrohre. Sie nennen sie Sonnenfilter.« Dies könnte meiner Meinung nach bei den Kindern doch noch den Eindruck erwecken, dass ohne weitere Schutzmaßnahmen durch ein Teleskop die Sonne gefahrlos beobachtet werden kann.

Es wäre vielleicht besser gewesen zu schreiben, dass die Astronomen bei der Sonnenbeobachtung große Fernrohre und Ferngläser mit speziellen Sonnenfiltern benutzen und somit die Sonne gefahrlos beobachten können. Ohne Sonnenfilter würden Sie beim direkten Durchsehen durch das Teleskop sofort erblinden!

Trotzdem möchte ich die Gelegenheit nutzen und Ihre Rubrik AH-Junior loben. Ich finde es toll, dass Sie auch die jüngeren Leser in Ihrer Zeitschrift mitberücksichtigen. Weiter so.

Jürgen Sadurski, Nürnberg

Antwort der Redaktion:
Der Text auf S. 79 lautet wörtlich: »Nein, nicht sie haben Sonnenbrillen, sondern ihre Fernrohre! Sie nennen sie Sonnenfilter.« Der Sachverhalt ist zwar korrekt dargestellt, kann aber in der Tat missverständlich sein. Der Gefahrenhinweis hätte deutlicher sein müssen.

Stabile Neutronen

»Gibt es Quarksterne?«, AH 9/2006, S. 12

Wieso sind Neutronensterne beständig? Sie bestehen ja ausschließlich aus dicht gepackten Neutronen. Gemäß Ihres Berichts »Von der Kunst Kohle zu machen« (AH 7-8/2006, S. 28) zerfallen freie Neutronen aber nach etwa fünfzehn Minuten, auch wenn sie in Paaren gebunden sind. Demnach dürfte ein rein aus Neutronen bestehender Stern auch nach etwa einer Viertelstunde zerfallen sein, oder?

Jürgen Franke, Hamburg

Antwort vom Autor:
Der Grund für die Beständigkeit der Neutronensterne ist derselbe, der für die Stabilität der Neutronen in Atomkernen verantwortlich ist: Ein quantenmechanischer Effekt, das Pauli-Prinzip, verhindert ihren Zerfall in Protonen und Elektronen (Beta-Zerfall).

Dieses Prinzip besagt, dass zwei Protonen oder Neutronen (allgemein Fermionen) nicht im selben Quantenzustand vorliegen können. Dieser ist durch physikalische Größen wie die Energie oder den

Eigendrehimpuls (Spin) der Teilchen festgelegt. Die Protonen im Atomkern blockieren somit den Zerfall der Neutronen. Dies gilt auch für Neutronensterne. Daher müssen sie immer einen gewissen Anteil an Protonen enthalten.

Dass Neutronensterne überhaupt stabil sind und sich nicht in einzelne Teilchen auflösen, die dann weiter zerfallen, liegt an der Gravitation. Diese hält die Neutronen zusammen. Ein seltsamer Quarkstern wäre dagegen auch ohne Gravitation stabil. >> Markus Thoma

Verrechnet

»Messiers Spuren rund um Pegasus«
AH 10/2006, S. 36

Ihre Zeitschrift finde ich sehr gelungen und auch für Einsteiger gut verständlich. Auf S. 37 ist Ihnen aber ein Rechenfehler unterlaufen: Zehn Zoll entsprechen 25,4 und nicht 15 Zentimetern. Das wären nur sechs Zoll.

Jannis Völker, per E-Mail

Ihre Meinung ist gewünscht!

Sie können Ihre Anmerkungen im Internet unter www.astronomie-heute.de direkt unter dem jeweiligen Artikel in das Formular eintragen [1]. Diesen erreichen Sie über die Menüeinträge »Aktuelle Ausgabe« (Inhaltsverzeichnis), »Archiv« (Heftverzeichnis) [2] oder Anklicken des Covers der Ausgabe [3].

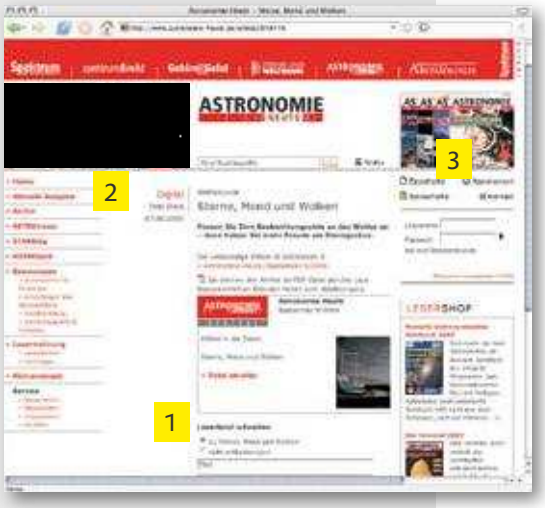
Anregungen allgemeiner Art können Sie alternativ auch unter der Adresse www.astronomie-heute.de/leserbriefe eingeben.

Oder Sie senden Ihr Schreiben wie bisher per Post, Fax oder E-Mail an:

ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

Fragen zu Ihrem Abonnement beantwortet Ihnen der Leserservice unter 06221 9126-743 oder service@spektrum.com.



PLANETARIUM HH

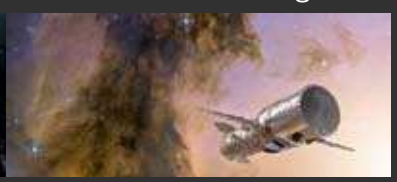
HAMBURG-
DAS TOR ZUM WELTALL

Derzeit unter anderem im Programm:

IN DIE TIEFEN DES UNIVERSUMS

STERNE DER PHARAONEN –
GÖTTER, GRÄBER UND GESTIRNE AM NIL

UNENDLICHE WEITEN –
VOM URKNALL ZUR ERDE


FASZINATION WELTALL –
HUBBLES NEUER KOSMOS

Unter der 21m-Sternenkuppel erwarten Sie 253 bequeme Liegesessel und ein weltweit einzigartiges Ensemble zur Simulation des Kosmos: ZEISS-Universarium 9, Evans&Sutherland DIGISTAR 3 mit digitaler 3d-Ganzkuppelprojektion, HB-Laser und Lobo TriDome-system sowie digitaler 5.1 Surround-Sound.

Planetarium Hamburg, Hindenburgstraße 1b, 22303 Hamburg, Karten unter Tel. 0 40 - 4 28 86 52 - 10, info@planetarium-hamburg.de, www.planetarium-hamburg.de

PLANETARIUM HAMBURG. DER HIMMEL AUF ERDEN.

SONNENSYSTEM

Streit um Planeten geht weiter

Die Debatte darum, welche Himmelskörper als Planeten gelten, hält an. Auf der Hauptversammlung der Internationalen Astronomischen Union (IAU) im August in Prag hatten die Astronomen versucht, diese Diskussion zu beenden. Zu diesem Zweck stimmte die Versammlung über ein »großes Modell« ab. Es sah vor, das Kuiper-Gürtel-Objekt 2003 UB_{313} – jetzt Eris getauft –, den Kleinplaneten Ceres sowie den Plutomond Charon fortan als Planeten zu betrachten (AH 10/2006, S. 8).

Nach heftigen Auseinandersetzungen hatten die Mitglieder das Modell abgelehnt. Überdies sprachen sie Pluto den Planetenstatus ab. Der bislang neunte Wandelstern unseres Sonnensystems gilt demnach künftig als Zwergplanet. Folgerichtig wies ihm das »Minor Planet Center« der IAU eine Asteroidennummer zu. Seine korrekte Bezeichnung lautet seit Anfang September: 134340 Pluto.

Doch gegen den Beschluss regt sich mittlerweile lautstarker Widerstand. Unter der Führung von Mark Sykes (Direktor des Planetary Science Institute) und Alan Stern (Direktor am Southwest Research Institute und Leiter der Pluto-Mission New Horizons) unterzeichneten dreihundert Planetenforscher eine Petition. Die Protestnote bezeichnet die neue IAU-Definition als mangelhaft und fordert ihre Überarbeitung.

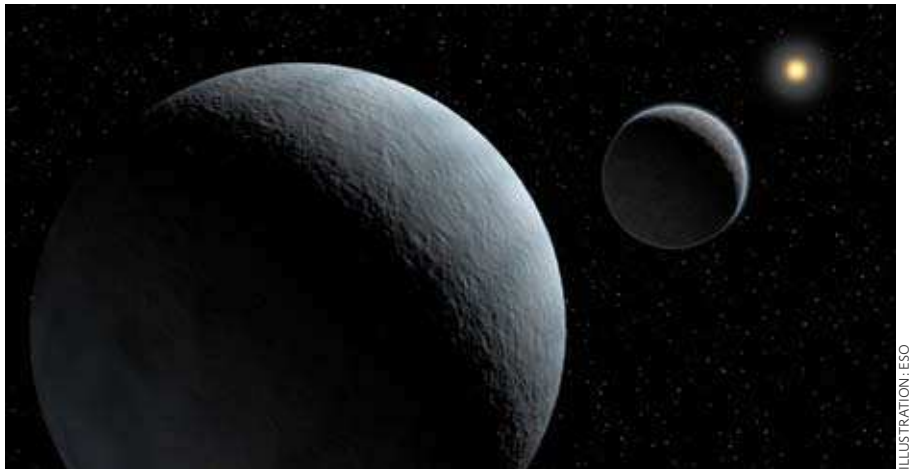
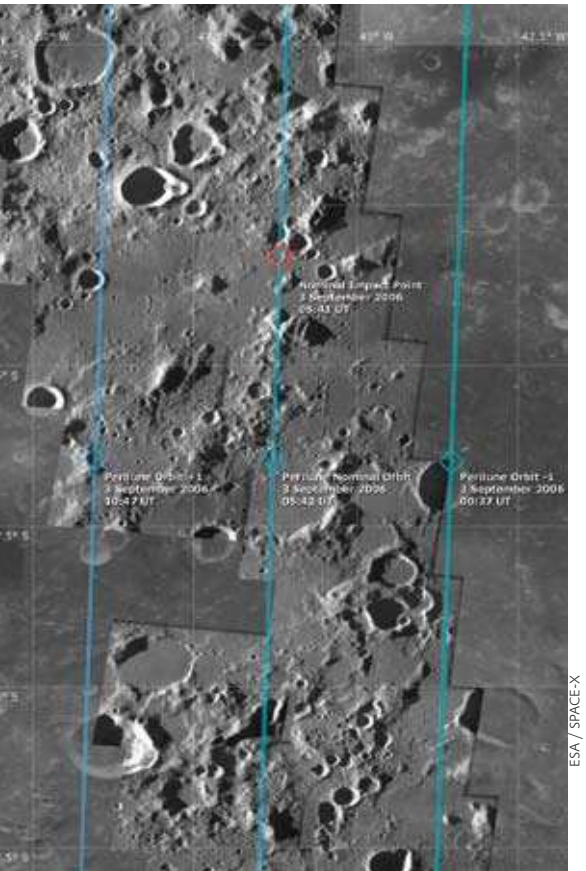


ILLUSTRATION: ESO

Planet oder nicht? Pluto (hier mit seinem Mond Charon) galt aus historischen Gründen als Wandelstern. Einen sachlichen Grund dafür sehen viele Astronomen heute nicht mehr.

In der Kritik steht dabei auch das Abstimmungsverfahren auf der Hauptversammlung. Nur rund vierhundert Astronomen hatten an dem Votum teilgenommen. Die IAU hat jedoch mehr als 10 000 Mitglieder.

Wenn es nach dem Willen der unzufriedenen Astronomen geht, soll die Planetendebatte erneut aufgerollt werden, einschließlich einer Abstimmung im nächsten Jahr. Das Verfahren hierfür ist allerdings noch unklar. Die nächste ordentliche IAU-Hauptversammlung findet erst 2009 in Rio de Janeiro statt. <<



ESA / SPACE-X

MONDFORSCHUNG

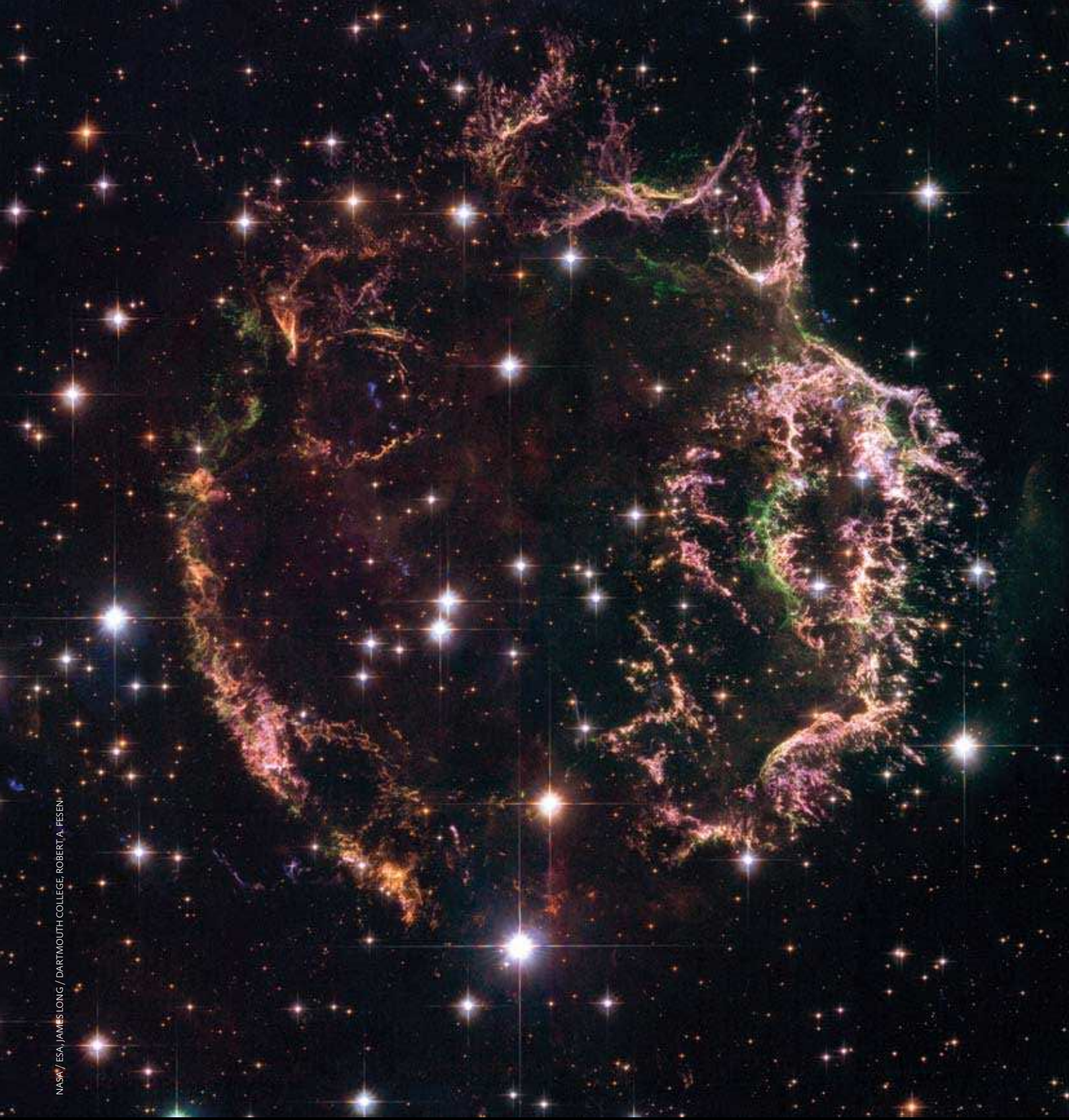
Smart-1 wirbelt Staub auf

Am 3. September stürzte die europäische Mondsonde Smart-1 kontrolliert auf den Erdtrabanten. Zahlreiche Sternwarten beobachteten den Vorgang. Mit ihrer Hilfe konnten Forscher die Position und den Zeitpunkt des Aufpralls präzise bestimmen und Bilder davon aufnehmen. Mit spektroskopischen Untersuchungen des Einschlags wollen die Wissenschaftler etwas über die Zusammensetzung des oberflächennahen Mondgesteins erfahren.

Um 7.42 Uhr und 22 Sekunden mitteleuropäischer Sommerzeit zeichnete das australische Radioteleskop des Mount Pleasant Observatory die letzten Funksignale der Sonde auf. Die Uhrzeit des Kontaktabbruchs stimmte exakt mit den Vorhersagen überein. Etwa eine halbe Sekunde später registrierte das Canada-France-Hawaii-Teleskop den Infrarotblitz des Einschlags. Die Bilder bestätigen auch die erwartete Position des Aufpralls: südöstlich des kleinen Kraters Palmieri A, bei 46,2 Grad westlicher Länge und 34,2 Grad südlicher Breite.

Zerschmettert Den Aufprallort von Smart-1 (rotes Karo) konnten die Forscher dank leistungsfähiger Teleskope sehr genau bestimmen.

Aus den Infrarot-Aufzeichnungen geht weiterhin hervor, dass die harte Landung von Smart-1 eine Staubwolke verursachte, die sich in zwei Minuten fast achtzig Kilometer weit bewegte. Die Auswertung der gewonnenen Bilder und Messdaten wird die Wissenschaftler noch einige Zeit beschäftigen. <<



NASA / ESA, JAMES LONG / DARTMOUTH COLLEGE, ROBERT A. FESEN

WELTRAUMTELESKOP HUBBLE

Spuren eines gewaltsamen Todes

Eine vor Kurzem veröffentlichte Aufnahme vom Weltraumteleskop Hubble zeigt das Objekt Cassiopeia A. Es handelt sich um die Überreste eines Sterns, der vor etwa 350 Jahren in einer Supernova unterging.

Cassiopeia A ist der jüngste Supernovarest in der Milchstraße, den wir kennen. Auf der überaus detailreichen Aufnahme sind die auseinanderdriftenden Fragmente der ehemaligen Sonne gut zu zu sehen.

Supernovae gehören zu den gewaltigsten Ereignissen in der Natur. Sie können kurzzeitig ihre gesamte Heimatgalaxie überstrahlen. Die Aufnahme ist aus 18 Einzelbildern zusammengesetzt, fotografiert im Dezember 2004. <<

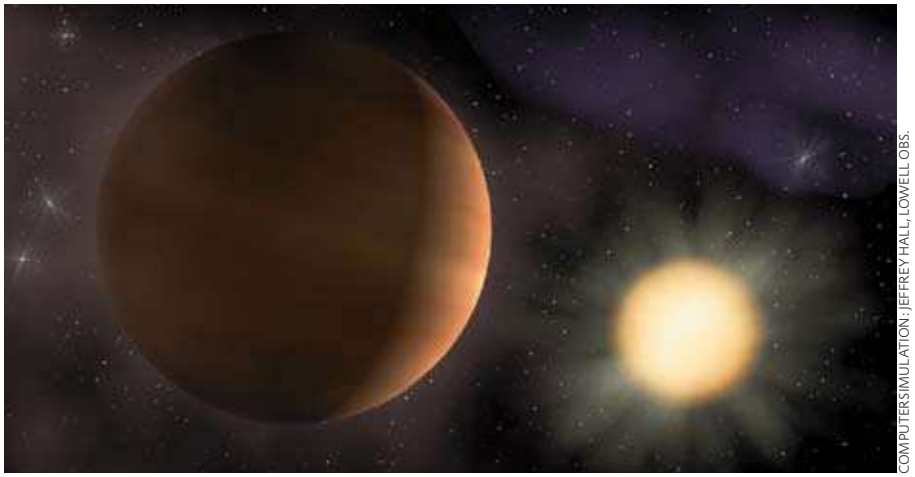
EXOPLANETEN I

Neuer Transitplanet entdeckt

US-amerikanische Astronomen haben im Rahmen des »Transatlantic Exoplanet Survey« (TrES) einen weiteren Transitplaneten gefunden. Die Forscher um Francis O'Donovan vom California Institute of Technology (Caltech) gaben dem Himmelskörper die Bezeichnung TrES-2. Er ist etwas größer und massereicher als Jupiter. Sein Zentralstern steht 750 Lichtjahre von der Erde entfernt im Sternbild Drachen.

Transitplaneten sind planetare Himmelskörper, die – von uns aus gesehen – vor ihrem Zentralstern vorüberziehen. Ihre Bahnebenen sind zufällig so angeordnet, dass sie bei jedem Umlauf zwischen uns und ihre Sonne treten. Da die Astronomen bislang nur wenige davon gefunden haben, kommt diese geometrische Ausrichtung offensichtlich selten vor. Unter den 206 heute bekannten Exoplaneten sind lediglich zehn, bei denen sich Transitereignisse nachweisen ließen.

Aus diesem Grund hat die Entdeckung von TrES-2 eine große wissenschaftliche Bedeutung. Der Planet umkreist seinen Zentralstern in nur 2,5 Tagen und befindet sich somit wesentlich dichter an diesem als der Merkur an unserer Sonne.



COMPUTERSIMULATION: JEFFREY HALL, LOWELL OBS.

Die Wissenschaftler wollen das Weltraumteleskop Spitzer heranziehen, um physikalisch-chemische Eigenschaften des Planeten zu untersuchen – etwa seine Oberflächentemperatur oder die Zusammensetzung seiner Atmosphäre. Wegen der Nähe zu seinem Zentralstern und wegen seiner Umlaufbahn eignet sich TrES-2 besonders gut für solche Messungen, betonen die Forscher. <<

Der Himmelskörper TrES-2 kreist so dicht um seinen Zentralstern, dass auf ihm vermutlich weit über 1000 Grad Celsius herrschen.

WELTRAUMTOURISMUS

Die Raumfahrt wird attraktiver

Am 18. September startete die 14. Besatzung der Internationalen Raumstation – der Kosmonaut Michail Tjurin und der Astronaut Michael Lopez-Alegria – mit einer Sojus-Kapsel ins All. An Bord befanden sich aber nicht nur die beiden, sondern auch die erste Weltraumtouristin der Geschichte. Sie heißt Anousheh Ansari, stammt aus dem Iran, arbeitet als amerikanische Unternehmerin und unterstützt private Raumfahrtinitiativen.

Sie war ursprünglich für die nächste Sojus-Mission vorgesehen. Da der japanische Weltraumtourist Daisuke Enomoto aber aus gesundheitlichen Gründen nicht starten konnte, rückte sie auf seinen Platz vor. Enomoto hatte für Schlagzeilen gesorgt, als herauskam, dass er auf seinem Flug ins All ein Comic-Kostüm tragen wollte.

Ansari ist keineswegs nur Passagierin der Mission. Sie führt für die Europäische Weltraumorganisation Esa verschiedene medizinische Experimente durch, während die dreizehnte ISS-Besatzung, Pawel Winogradow und Jeff Williams, die Raumstation an ihre Nachfolger übergibt. Wichtige Vermittleraufgaben übernimmt dabei der deutsche Astronaut Thomas Reiter, der bis Dezember auf der Station bleibt.

Für Ansari geht ein lang gehegter Traum in Erfüllung. Gerade mal eine Woche nach ihrem 40. Geburtstag kann der bekennende Fan von »Raumschiff Enterprise« in die unendlichen Weiten des Weltraums fliegen. <<

PRODEASYSTEMS

Anousheh Ansari dürfte in der Raumstation zahlreiche Blicke auf sich ziehen, zumal die restliche Besatzung ausschließlich aus Männern besteht. Die gebürtige Iranerin ist die erste Weltraumtouristin überhaupt.

EXOPLANETEN II

Viele Geschwister der Erde?

Mehr als ein Drittel aller fremden Sonnensysteme mit Riesenplaneten könnte auch erdähnliche Planeten beherbergen. Dies ergaben neue Simulationsberechnungen zur Planetenentstehung, wie US-amerikanische Astrophysiker im Wissenschaftsmagazin »Science« (Heft 313, S. 1413) schreiben.

Bislang haben Astronomen etwa zweihundert Planeten außerhalb unseres Sonnensystems entdeckt. Viele davon sind »heiße Jupiter«: Gasplaneten, die in geringem Abstand um ihren Zentralstern kreisen. Die Modelle lassen vermuten, dass jene Riesen ursprünglich weit entfernt von ihrer Sonne entstanden und dieser erst später näher kamen. Dabei haben sie, so glaubte man bisher, mit ihrer Schwerkraft die Entstehung erdähnlicher Himmelskörper in ihrem Planetensystem unterdrückt.

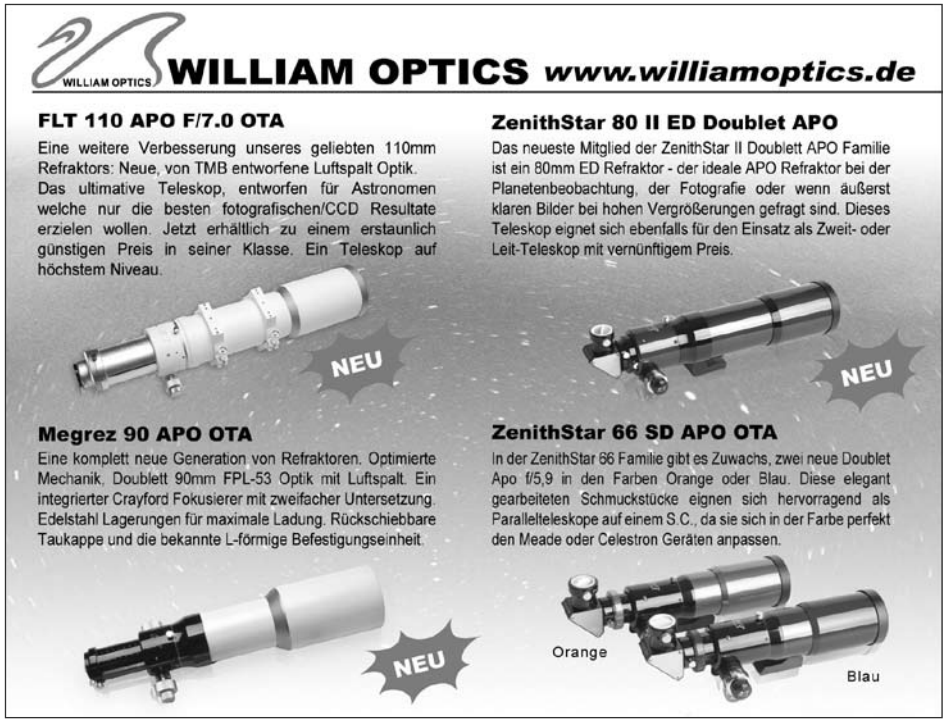
Sean Raymond (University of Colorado, Boulder), Avi Mandell (Goddard Spaceflight Center, Nasa) und Steinn Sigurdsson (Pennsylvania State University) zeigten nun, dass es auch anders laufen kann. Ihren Berechnungen zufolge können Gasriesen die Bildung erdähnlicher Planeten sogar begünstigen. Die Forscher simulierten die Wanderung eines jupitergroßen Planeten durch eine protoplanetare Gas- und Staubscheibe. In einem Drittel aller berechneten Szenarien entstanden Geschwisterwelten der Erde in einer Entfernung von 0,8 bis 1,5 Astronomischen Einheiten (AE) vom Zentralstern (eine AE entspricht dem mittleren Abstand zwischen Erde und Sonne). In dieser Distanz ist die dauerhafte Anwesenheit von flüssigem Wasser auf der Planetenoberfläche möglich.

Wie die Wissenschaftler weiter herausfanden, kann die Wanderung eines Riesenplaneten in Richtung seines Zentralsterns auch »heiße Erden« hervorbringen. Das sind Gesteinsplaneten, die innerhalb der Umlaufbahn eines heißen Jupiters um ihren Zentralstern kreisen. Ihr Abstand zum Stern kann wenige Millionen Kilometer betragen – nicht einmal ein Zehntel der mittleren Distanz zwischen Merkur und Sonne. <<

EXOPLANETEN III

Planet oder gescheiterter Stern?

Das Weltraumteleskop Hubble hat einen seltsamen Sternbegleiter abgelichtet. Das Objekt namens CHXR 73 B besitzt die zwölffache Masse des Jupiters und umkreist einen Roten Zwerg. Forscher rätseln: Ist CHXR 73 B ein Planet oder ein Brauner Zwerg? Der Masse nach wäre er ein Planet; allerdings befindet er sich 30 Milliarden Kilometer von seinem Zentralstern entfernt und ist damit vermutlich nicht aus der Staubscheibe hervorgegangen, die diesen einst umgab. Wahrscheinlich entstand CHXR 73 B wie ein Stern aus dem Kollaps einer Gaswolke – was ihn zum Braunen Zwerg machen würde. Erst künftige Weltraumteleskope wie James Webb können diese Frage wohl endgültig klären. <<



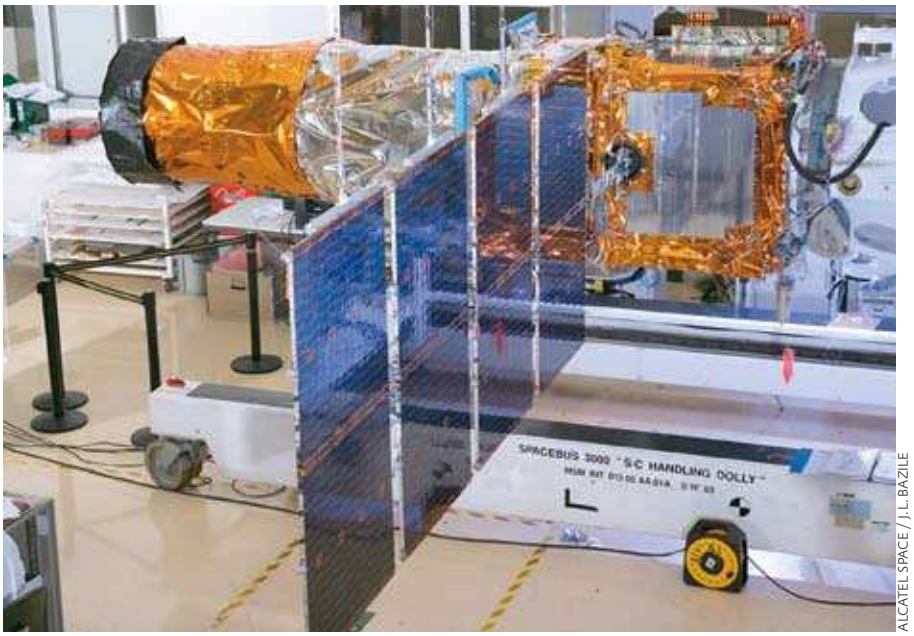
Der Weltensammler

In einigen Wochen startet der Satellit Corot, das erste Weltraumteleskop speziell für die Suche nach fernen Planeten.

>> Frank Schubert

Über den Wolken muss die Sicht wohl hervorragend sein. Aus gut 800 Kilometer Höhe wird Corot einen erstklassigen Blick ins All haben – unbeeinträchtigt von atmosphärischem Dunst und Luftturbulenzen.

ILLUSTRATION: CNES / DAVID DUCROS



ALCATEL SPACE / J.L. BAZILE

Der Satellit Corot bei mechanischen Tests in Cannes (Frankreich): Seine Solarzellen-Paneele sind gut erkennbar.

Das waren noch Zeiten, als Christoph Kolumbus mit drei Segelschiffen aufbrach, übers Furcht erregende Meer setzte und vor den Ufern exotischer Inseln ankerte. Damals gab es unbekannte Welten zu entdecken! Eine Epoche der Erkundungsreisen, der großen Überraschungen, des Aufbruchs ins Ungewisse. Lange her. Vorbei.

Vorbei? Keineswegs! Auch die moderne Zeit hat ihre großen Entdeckergeschichten. Eine davon handelt von der Suche nach fernen, fremden, rätselhaften Welten außerhalb unseres Sonnensystems. Zu Dutzenden richten heutige Astronomen ihre Teleskope gen Himmel, um solche extrasolaren Planeten – kurz Exoplaneten genannt – in den Tiefen des Alls zu erspähen. Noch zeigt die breite Öffentlichkeit nur mäßiges Interesse an diesem Abenteuer, wohl weil die derzeitigen Suchmethoden der Astronomen nicht leicht zu durchschauen sind und die gefundenen Exoplaneten sehr fremdartig. Doch die Aufmerksamkeit wird auf einen Schlag zunehmen, sobald die Forscher auf die erste Schwesterwelt der Erde stoßen.

Vieles spricht dafür, dass es schon bald so weit sein könnte. Noch vor elf Jahren waren sich die Astronomen nicht einmal sicher, ob es überhaupt Planeten außerhalb unseres Sonnensystems gibt. Dann, im Herbst 1995, entdeckten die Astronomen Michel Mayor und Didier Queloz das erste derartige Exemplar – einen Begleiter des sonnenähnlichen Sterns 51 Pegasi (AH 11/2004, S. 16). Heute, bei Redaktionsschluss dieser Ausgabe, sind schon 206 Exoplaneten bekannt, darunter einige, die nur ein paar Mal so viel Masse haben wie die Erde. Und ihre Zahl wächst ständig. Wenn Sie diese Zeilen lesen, sind wahrscheinlich wieder neue hinzugekommen.

Kosmische Außenseiter

Die meisten Astronomen vermuten, dass die Zahl der bisher gefundenen Exoplaneten nur die Spitze des Eisbergs darstellt. Denn den bisherigen Suchmethoden gehen vor allem die planetaren Sonderlinge ins Netz – besonders große und schwere oder solche, die besonders eng um ihre Heimatsterne kreisen. Wahrscheinlich gibt es da draußen aber noch zahllose »normalere« Welten, sprich: kleinere auf größeren Umlaufbahnen, einschließlich solcher, die der Erde gleichen. Die Astronomen wollen ihre Suchmethoden immer weiter verfeinern, um möglichst viele Spuren zu entdecken, welche die Existenz ferner Planeten verraten könnten.

In Kürze gibt es ein besonders wichtiges Datum für die Planetenjäger. Voraussichtlich am 24. November startet der Satellit Corot der französischen Weltraumorganisation CNES. Bestückt mit einem 27-Zentimeter-Spiegelteleskop wird er mindestens zweieinhalb Jahre lang um die Erde kreisen und nach Planeten außerhalb unseres Sonnensystems spähen. Er ist das erste Weltraumteleskop überhaupt, das sich maßgeblich diesem Zweck widmet. »Wir gehen davon aus, dass wir mit Hilfe des Corot-Satelliten mehrere hundert Exoplaneten finden«, sagt Fabio Favata von der Europäischen Weltraumorganisation Esa, bis vor Kurzem Esa-Projektwissenschaftler für die Mission.

Corot steht für »Convection, Rotation and Planetary Transits«, auf deutsch »Konvektion, Rotation (der Sterne) und Planetentransits«. Die Mission wird von der CNES geleitet. Beteiligt sind außerdem Deutschland, Österreich, Spanien, Belgien und Brasilien sowie die Esa als überstaatliche Weltraumorganisation.

Der Corot-Satellit wiegt rund 600 Kilogramm, ist gut vier Meter lang und soll die Erde in 826 Kilometer Höhe umkreisen – auf einer Umlaufbahn, die über beide Pole führt. Von dort aus richtet er sein Teleskop jeweils fünf Monate lang auf dieselbe Himmelsregion und nimmt

Deutschland sitzt mit im Boot

An der Corot-Mission beteiligen sich auch deutsche Institutionen, darunter das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), die Universität Köln und die Thüringer Landessternwarte Tautenburg. Das DLR steuert die Flugsoftware des Teleskops bei. Die Forscher der Universität Köln untersuchen die vom Satelliten aufgenommenen Lichtkurven auf Transitereignisse. Die Landessternwarte Tautenburg soll Nachfolgemessungen der Corot-Mission durchführen.

Hat der Satellit einen fernen Planetentransit nachgewiesen, peilt die Sternwarte den entsprechenden Zentralstern an und untersucht ihn auf Folgetransits. So können die Astronomen verdächtige Gestirne auch dann noch beobachten, wenn der Corot-Satellit selbst schon wieder völlig andere Himmelsareale anvisiert. Mit ihrem Zwei-Meter-Spiegelteleskop – dem größten Schmidtteleskop Deutschlands – ist die Sternwarte für diese Aufgabe gut gerüstet.

12 000 Sterne gleichzeitig ins Visier. Während der gesamten Missionsdauer untersucht er mindestens 60 000 Sterne.

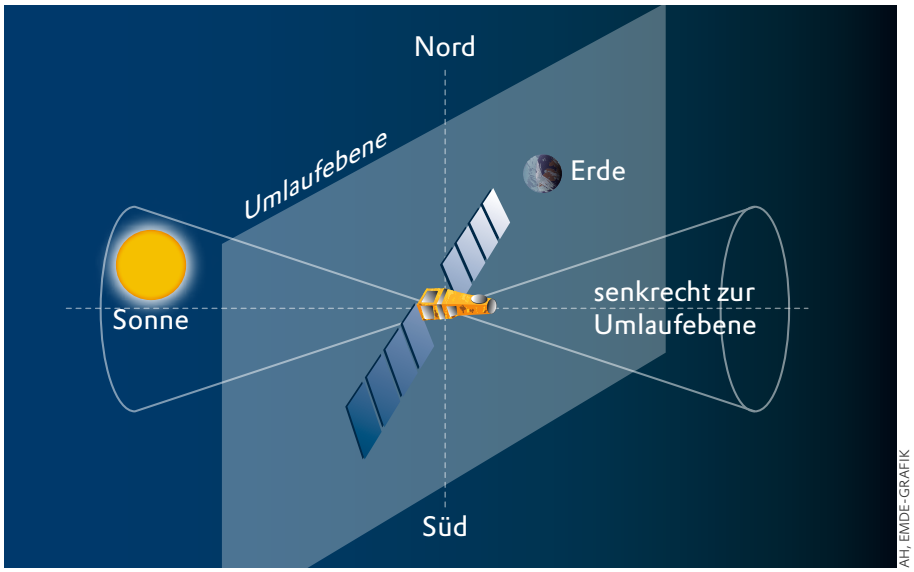
Was genau soll der Satellit tun? Im Grunde genommen nichts weiter als überwachen, wie gleichmäßig die Gestirne leuchten. Mit Hilfe einer Digitalkamera misst er in seinem Blickfeld die scheinbare Helligkeit sämtlicher Sonnen zwischen 11,5ter und 16. Größe. Die gewonnenen Messwerte sendet er alle 15 Minuten zur Erde. Dort werten Wissenschaftler die Daten aus; sie suchen danach, ob Schwankungen in den Sternhelligkeiten auftreten.

Das Ganze dient vor allem zwei Zwecken. Zum einen halten die Forscher nach Planetentransits Ausschau – vorübergehenden, geringfügigen Verdunkelungen eines Sterns, wenn ein Planet vor seiner leuchtenden Scheibe vorüberzieht. Damit wir einen Planetentransit sehen können, müssen der Planet und sein Zentralstern von uns aus betrachtet auf einer Linie liegen. Nur ein kleiner Teil der extrasolaren Planetensysteme besitzt zufällig genau diese Anordnung. Daher überrascht es nicht besonders, dass die Forscher bis heute nur wenige extrasolare Planetentransits beobachteten.

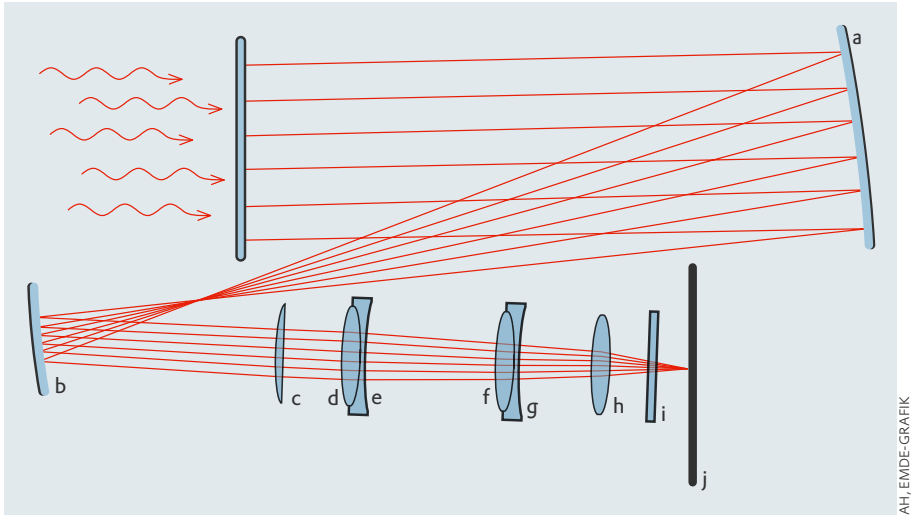
Brodelnde Gasbälle

Lediglich bei zehn der bisher bekannten 206 Exoplaneten ließen sich Transitereignisse nachweisen (AH 4/2006, S. 19). Der Corot-Satellit wird im Lauf seiner Mission voraussichtlich mehrere hundert weitere Transitplaneten aufspüren, darunter einige Dutzend mit dem zweibis vierfachen Erdradius. Diese Schätzungen ergeben sich aus der Gesamtmenge der untersuchten Sterne und dem vermuteten Anteil jener Gestirne, die Planeten besitzen, deren Transits wir sehen können.

Zum anderen dient Corot zur Untersuchung von Sternvibrationen. Das sind periodische Bewegungen heißer Gasmassen, die wahrscheinlich in allen Sternen auftreten. Verursacht wird dieses stellare Pulsieren von Umwälzungen im Sterninnern, den so genannten Konvektionsströmungen. Sie regen die verschiedenen Schichten des Sterns zum Schwingen an, sodass er wie eine Glocke vibriert. Bestimmte Schwingungen beschränken sich auf die äußeren Sternhüllen und andere dringen bis in den Kern vor.



AH, EMDE-GRAFIK



AH, EMDE-GRAFIK

Über beide Erdpole führt die Umlaufbahn des Satelliten. Er ist senkrecht zur Umlaufebene ausgerichtet, damit die Erde nicht in sein Blickfeld gerät (oberes Bild). Das Corot-Teleskop ist ein Schiefspiegler (unteres Bild). Einfallendes Licht trifft nacheinander auf zwei schräge Parabolspiegel (a und b), passiert sechs Linsen (c bis h), die Kameraöffnung (i) sowie ein Prisma (nicht eingezeichnet) und erreicht den Detektor (j).

Als Folge der Schwingungen bewegt sich die Sternoberfläche hin und her. Sobald sie sich vom heißen Kern entfernt, kühlt sie ab und leuchtet etwas schwächer; nähert sie sich dem Kern, erhitzt sie sich und leuchtet stärker. Das daraus resultierende »Blinken« kann der Corot-Satellit messen. Seine Geräte sind so empfindlich, dass sie noch stellare Helligkeitsschwankungen in der Größenordnung von einem zehntausendstel Prozent registrieren. Wenn die Forscher den Zeitverlauf der Helligkeitsschwankungen untersuchen, können sie etwas über den inneren Aufbau der jeweiligen Sonne erfahren – ähnlich wie Geografen das Innere der Erde erforschen, indem sie Erdbebenwellen analysieren.

Doch zurück zu jener Aufgabe des Satelliten, für die sich die Exoplanetenjäger interessieren: der Suche nach Planetentransits. Wie stark vermindert sich die Helligkeit eines Sterns, wenn ein Planet vor seiner Scheibe vorüberzieht? Das hängt vom Größenverhältnis der Himmelskörper ab. Die Erde vor der Sonne verringert deren Helligkeit um etwa ein hundertstel Prozent, während es beim Jupiter rund ein Prozent ist. Corot, dessen Kamera auf Lichtwellenlängen zwischen 370 und 950 Nanometer anspricht, vermag bei den meisten >

CNES / SERGE DELMAS

Die Belastungstests vor dem Start waren – wie bei Raumfahrzeugen allgemein üblich – ziemlich rabiat. Hier setzten Techniker dem Satelliten in einer Vakuumkammer zu. Sie prüften seine Wärmeisolation.

> Sternen Helligkeitsschwankungen von wenigen hundertstel Prozent zu erkennen. Damit ist er im Stande, Transits von Exoplaneten mit zwei bis vier Erdradien nachzuweisen. Es kommt ihm zugute, dass er sich im All befindet. Von dort aus hat er eine wesentlich klarere und stabilere Sicht auf astronomische Objekte als Beobachter auf der Erdoberfläche, die ja immer durch die unruhige und teils diesige Atmosphäre blicken müssen.

Knick in der Optik

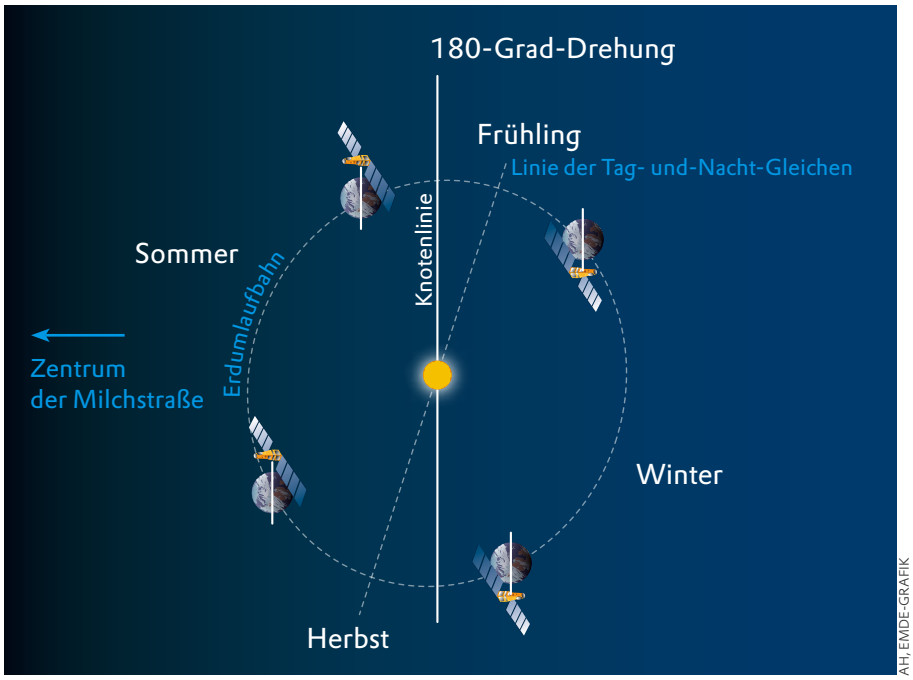
Das Teleskop an Bord des Corot-Satelliten ist von spezieller Bauart: ein Schiefspiegler (siehe Bild S. 17 und AH 11 / 2004, S. 64). Darunter versteht man ein Teleskop mit gekipptem Hauptspiegel, der das einfallende Licht schräg reflektiert, sodass der Brennpunkt seitlich der Teleskopachse zu liegen kommt. Das Corot-Teleskop enthält zwei gekippte Spiegel hintereinander, sie falten den Strahlengang des Lichts zickzackförmig. »Dieses Konstruktionsprinzip blendet seitlich einfallendes Streulicht weit gehend aus, was eine wesentliche Voraussetzung für die hohe Messempfindlichkeit des Instruments ist«, erläutert Heike Rauer vom Institut für Planetenforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Sie gehört zu den deutschen Forschern, die sich an der Corot-Mission beteiligen.

Störendes Streulicht vermeiden – das ist ein wichtiger Punkt bei der Mission. Der Satellit bewegt sich auf einer Erdumlaufbahn, die über beide Pole führt, und hält sein Teleskop stets senkrecht zur Umlaufebene gerichtet (siehe Bild S. 17 oben). Dadurch tritt die helle Erdscheibe nie ins Gesichtsfeld, sondern befindet sich stets seitlich der Fernrohrachse. Zweimal jährlich dreht sich der Satellit um 180 Grad, nämlich immer dann, wenn seine Umlaufebene die Sonne streift (Bild unten). Dadurch erreichen die Missionsplaner, dass das Weltraumteleskop zu keinem Zeitpunkt in Richtung Sonne weist. Unser Zentralgestirn liegt im schlimmsten Fall genau senkrecht zur Fernrohrachse, meist jedoch hinter dem Instrument. »Zusätzlich befindet sich vor der Teleskopöffnung eine schwarze Abblendröhre, die ebenfalls Streulicht abhält«, beschreibt Rauer die Konstruktion. Die Röhre reduziert seitlich einfallendes Streulicht auf den zehnbillionsten Teil, blendet es also fast vollständig aus.

»Corot soll im Lauf seiner Mission mindestens fünf verschiedene Himmelsareale untersuchen, jedes davon etwa drei mal drei Grad groß«, erklärt Favata. Die Areale verteilen sich auf zwei gegenüberliegende Himmelsgegenden. Im Sommer richtet sich das Teleskop auf das Zentrum der Milchstraße, auf das Sternbild Schlange. Im Winter peilt es die entgegengesetzte Richtung an und nimmt das Sternbild Einhorn ins Visier.

Der Teufel steckt im Detail

Leider gibt es bei Messungen, wie sie der Corot-Satellit vornehmen soll, jede Menge Fehlerquellen. Wenn sich die Helligkeit eines Sterns verringert, muss das noch lange nicht heißen, dass ihn ein vorüberziehender Planet abschattet. Es könnten sich zum Beispiel auch einfach auf der Oberfläche des Sterns Flecken ge-



AH, EMDE-GRAFIK

Gemeinsam mit der Erde bewegt sich der Corot-Satellit um die Sonne. Zweimal im Jahr vollführt er eine 180-Grad-Drehung. Dieses Manöver stellt sicher, dass sich die Sonne immer hinter beziehungsweise neben ihm befindet, niemals vor ihm.

bildet haben – so wie bei unserer Sonne. Um dies zu erkennen, befindet sich vor dem Detektor der Kamera ein Prisma. Es fächert das einfallende Licht in seine unterschiedlichen Farben auf, ähnlich wie es beim Regenbogen geschieht. Dadurch entstehen auf dem Detektor leicht auseinandergezogene Sternprojektionen mit farbigen Rändern.

»Der Vorteil daran ist: Wir gewinnen auf diese Weise drei separate Farbkanäle – rot, grün, blau – und können die Helligkeit des Sterns gesondert in diesen Kanälen bestimmen«, sagt Rauer. Sternflecken erkennt man daran, dass die von ihnen bewirkte Helligkeitsabnahme im Blauen stärker ausfällt als im Roten. Bei Planetentransits hingegen nimmt die stellare Helligkeit auf allen Farbkanälen gleichmäßig ab. Dank des Prismas können die Forscher also Sonnenflecken von Planetentransits unterscheiden.

Schon jetzt sind sich die Beteiligten ziemlich sicher, dass die Einsatzdauer des Corot-Satelliten nicht auf die zunächst geplanten zweieinhalb Jahre begrenzt bleibt. Vorausgesetzt, es tritt nicht irgendeine schwere Störung auf, gilt eine Verlängerung der Expedition als sehr wahrscheinlich. Wenn alles gut geht, könnte der Satellit einige Jahre lang dort oben seine Runden drehen und viele wertvolle Messdaten liefern.

Corot wird nicht das letzte Weltraumteleskop gewesen sein, das auf die Suche nach Exoplaneten spezialisiert ist. Nachfolgeprojekte stehen schon in den Startlöchern (siehe auch AH 12/2004, S. 17). Ab 2008 soll der Nasa-Satellit Kepler, ausgerüstet mit einem Ein-Meter-Spiegelfernrohr, hunderttausend Sterne auf planetare Begleiter in Erdgröße absuchen.

Höher, schneller, weiter

Die Wissenschaftler haben es dabei besonders auf Trabanten abgesehen, die auf erdähnlichen Umlaufbahnen um ihre Sonnen kreisen. Corot gehen solche Himmelskörper lediglich mit viel Glück ins Netz: Weil er jeden Stern immer nur fünf Monate lang fixiert, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass er Planeten mit jahrelangen Umlaufzeiten schlicht verpasst.

Voraussichtlich im Jahr 2011 startet der Esa-Satellit Gaia, der die Positionen, Bewegungen sowie Helligkeitsschwankungen von einer Milliarde Sternen vermessen soll. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass er viele tausend Exoplaneten entdecken wird. 2013 soll das Weltraumteleskop James Webb, der beträchtlich leistungsfähigere Nachfolger von Hubble, den Betrieb aufnehmen. Mit seinem 6,5-Meter-Spiegelteleskop könnte es ihm sogar gelingen, extrasolare Planeten direkt zu fotografieren, zumindest die großen Gasriesen. Ab 2015 soll der Nasa-Satellit Sim nach Exoplaneten suchen – ein optisches Interferometer, das voraussichtlich in der Lage sein wird, Sternpositionen bis auf eine tausendstel Bogensekunde genau zu ermitteln und Exoplaneten an den winzigen Lageveränderungen zu erkennen, die sie ihren Zentralsternen aufzwingen.

Aber bis dahin ist es noch eine Weile. Zunächst gilt es, dem Corot-Satelliten für einige erfolgreiche Jahre im All die Daumen zu drücken. Mit seinem Start kommt die weltraumgestützte Planetensuche richtig auf Touren. <<

Wissenschaftsjournalist **Frank Schubert** ist ständiger Mitarbeiter bei AH.

Ein Blick 65 Millionen Jahre in die Vergangenheit Natürlich hat kein Saurier je den Virgo-Galaxienhaufen (Hintergrund) gesehen – doch die Riesenechsen starben vor 65 Millionen Jahren aus, und genau so lange brauchte auch das Licht dieser Galaxien, das uns heute erreicht.

SPINOSAURUS: AG. FOCUS / SPL, CHRISTIAN DARKIN; HINTERGRUND: NOAO; FOTOMONTAGE: AH

Altes Licht

Wenn wir die Sterne betrachten, sehen wir gleichzeitig tief in die Geschichte – häufig ist das Licht seit Jahrtausenden unterwegs. Aber wie alt ist es genau, und was geschah auf der Erde, als es seine Reise begann? **>> Alexander Kerste**

Der Nachthimmel erscheint unveränderlich und unvergänglich. Wenn Sie ihn regelmäßig beobachten, werden Sie zwar die Wanderung der Sonne und der Planeten vor dem Hintergrund der Fixsterne bemerken, die Sterne selbst erscheinen jedoch immer gleich. Lediglich einige Veränderliche strahlen mal heller, mal dunkler; ab und zu leuchtet eine Nova auf oder eine Sonne vergeht in einer hellen Supernovaexplosion. Das Universum verändert sich nur langsam. Ein Menschenleben ist zu kurz, um die Dynamik des Kosmos zu bemerken.

Aber wenigstens sehen wir das Universum so, wie es gerade ist. Oder etwa nicht? Die Antwort lautet: Nein. Wenn wir den Himmel beobachten, blicken wir tief in die Vergangenheit. Der Grund dafür ist die endliche Lichtgeschwindigkeit. Unser Wissen über die Welt erhalten wir durch das Licht, genauer gesagt durch elektromagnetische Strahlung, zu der neben dem sichtbaren Licht unter anderem auch Funk- und Radiowellen gehören. Sie alle breiten sich mit der gleichen unvorstellbaren, aber doch endlichen Geschwindigkeit von 299 792 Kilometer pro Sekunde aus. Das klingt zwar beeindruckend, allerdings ist das Universum auch sehr groß. Während ein Lichtstrahl eine Strecke von der Länge des Erddurchmessers in nur 0,04 Sekunden zurücklegt, benötigt er vom Mond zur Erde schon 1,3 Sekunden. Von der Sonne bis zur Erde ist er sogar 8,3 Minuten unterwegs.

In unserer täglichen Wahrnehmung spielt die Lichtgeschwindigkeit keine Rolle, die Astronomen sind jedoch ständig mit ihr konfrontiert. Auch die wichtigste astronomische Längeneinheit basiert daher auf der Geschwindigkeit des Lichts. In einem Jahr legt es 9,46 Billionen Kilometer zurück – ein Lichtjahr.

Die Entdeckung der Langsamkeit

Die Vorstellung, dass wir die Vorgänge um uns herum nur mit einer gewissen Verzögerung wahrnehmen, war alles andere als nahe liegend. Erst im 17. Jahrhundert wurden die Auswirkungen der Lichtgeschwindigkeit bemerkt. Zu dieser Zeit hatten die Seefahrer ein großes Problem: die Ortsbestimmung. Es ist zwar leicht, die geografische Breite aus der Höhe des Polarsterns abzuleiten – um den Längengrad zu bestimmen, muss man aber die genaue Uhrzeit kennen. Die damaligen Pendeluhren gingen auf den schwankenden Segelschiffen jedoch zu ungenau, sodass eine andere Möglichkeit zur Zeitbestimmung gesucht wurde. Einige Forscher wollten deshalb die gleichmäßigen Bewegungen der Jupitertrabanten als Uhr nutzen. Die vier Galileischen Monde sind schon in einem kleinen Teleskop oder Fernglas sichtbar und bilden die Zeiger einer gigantischen Uhr. Ihre Umlaufbahnen lassen sich mit hoher Genauigkeit berechnen und Ereignisse wie Bedeckungen ermöglichen eine exakte Bestimmung der Uhrzeit.

An der Pariser Sternwarte erstellte Giovanni Cassini daher eine Tabelle mit den Bahndaten, die er 1676 von seinem Assistenten Ole Rømer am Teleskop überprüfen ließ. Dieser bestätigte Cassinis Berechnungen – allerdings nur für die Zeit der Jupiteropposition, wenn der Riesenplanet der Erde am nächsten steht. Danach »verspäteten« sich die Monde. Im Lauf eines halben Jahrs stieg der Fehler auf 22 Minuten – zu diesem Zeitpunkt standen Erde und Jupiter auf gegenüberliegenden Seiten der Sonne, ihr Abstand war am größten. Danach nahmen die Abweichungen bis zur nächsten Opposition wieder ab. Rømer erklärte diesen Unterschied zu Recht mit der Bewegung der Erde um die Sonne, durch die sich die Distanz zu Jupiter ständig verändert. >

Lichtgeschwindigkeit

wis
wissenschaft in die schulen!

Die Auswirkungen der endlichen Lichtgeschwindigkeit gehören schon längst zum technischen Erfahrungs- und Erlebnisbereich. Gelegentlich begegnet auch der aufmerksame »Normalbürger« den Folgen der endlichen Lichtgeschwindigkeit. Mit Schülern kann man dies nutzen, um die Größenordnung der Lichtgeschwindigkeit oder kosmischer Distanzen abzuschätzen.

ALEXANDER KERSTE

In der letzten Eiszeit vor etwa 20 000 Jahren entstand der Ringnebel M 57, sein Licht benötigt rund 1800 Jahre für den Weg zur Erde. Die hellen Sterne der Leier, zwischen denen er steht, liegen näher: Gamma ist nur 635 Lichtjahre weit weg; Beta ist ein 900 bis 1000 Lichtjahre von uns entfernter visueller Doppelstern.

> Damit wurde erstmals klar, dass Licht zwar sehr schnell ist, aber dennoch nur eine endliche Geschwindigkeit besitzt. Cassini, zu dieser Zeit Rømers Dienstherr, hielt trotzdem noch lange an der Vorstellung einer unbegrenzten Lichtgeschwindigkeit fest. Rømers Wert wich nur um etwa dreißig Prozent von dem heutigen Wert ab.

Der Ritt auf dem Strahl

Wenn Licht auf der Sonne entsteht und ihre glühend heiße Oberfläche verlässt, hat es eine lange und größtenteils ereignislose Reise vor sich. Wenn alle Planeten exakt in einer Linie stünden, würde ein Lichtstrahl nach 3,2 Minuten Merkur passieren, nach sechs Minuten die Venus und wäre nach 8,3 Minuten endlich auf der Höhe der Erde.

Die Vorstellung ist allerdings zu einfach, daher sind die Zeiten und Entfernungen in der Tabelle auf S. 23 auch mit Vorsicht zu genießen: Sie geben immer nur die mittlere Entfernung an. Da die Planeten auf elliptischen statt auf Kreisbahnen die Sonne umrunden, ändert sich ihr Sonnenabstand ständig. Außerdem sind die Bahnen gegeneinander geneigt, was die Himmelsmechanik noch anspruchsvoller macht. In der Regel erfahren wir von den Vorgängen auf der Sonne und den beiden inneren Planeten daher mit etwas größerer Verzögerung, als aus der Tabelle ersichtlich ist.

Der nächste Halt unseres Lichtstrahls wäre Mars. Bei seiner Bahn ist die Elliptizität am auffälligsten. Während der sehr günstigen Oppositon im Jahr 2003 trennten uns nur 55 Millionen Kilometer von dem Roten Planeten. Wir sahen ihn also so, wie er drei Minuten zuvor aussah. Bei der besonders ungünstigen Opposition im Jahr 2012 wird er fast doppelt so weit entfernt sein – Licht und Funksignale benötigen dann rund sechs Minuten, um die Erde zu erreichen. Die Marsrover der Nasa werden daher auch

Ein Zeit- und Entfernungsstrahl, der Jahre und Lichtjahre vergleicht, muss logarithmisch dargestellt werden, um überschaubar zu bleiben. Oberhalb der Skala sind historische Ereignisse aufgeführt, unterhalb bekannte Objekte und ihre Entfernung in Lichtjahren.

ALPHA CENTAURI UND ATAIR: ESO;
PLEJADEN: NASA, GSFC;
M13: NOAO; REST: ARCHIV

nicht vollständig ferngesteuert, sondern arbeiten in Maßen selbstständig. Bei einer Fernsteuerung werden erst Bilder des Rovers zum Kontrollzentrum übertragen, dann werden die Befehle Richtung Mars geschickt – im besten Fall vergehen sechs Minuten, bis der Roboter reagieren kann.

Bei den Apollo-Mondmissionen betrugen diese Verzögerungen bei der Funkübertragung etwa drei Sekunden, bei einer Marsmission wären die Pausen einfach zu lang.

Wie weit sind die Planeten von der Sonne entfernt?

	mittlerer Abstand von der Sonne	
Planet	in Millionen Kilometer	in Lichtminuten
Merkur	57,9	3,2
Venus	108,2	6
Erde	149,6	8,3
Mars	227,9	12,6
Jupiter	778,3	43
Saturn	1427,0	79
Uranus	2869,6	160
Neptun	4504,0	250
(Pluto)	(5899,9)	(328)

Das äußere Sonnensystem

Wenn unser Lichtstrahl erst einmal den Asteroidengürtel hinter sich gelassen hat, dauert es eine Weile, bis er den nächsten Planeten erreicht. Eine Dreiviertelstunde nach Beginn seiner Reise ist er bei Jupiter, Saturn passiert er nach etwa achtzig Minuten. Wenn das Sonnenlicht von den beiden Riesenplaneten reflektiert wird, vergehen mindestens 35 beziehungsweise 71 Minuten, bis es die Erde erreicht. In dieser Zeit hat sich ihr Anblick deutlich verändert. Immerhin benötigt Jupiter weniger als zehn Stunden, um sich einmal um seine Achse zu drehen. Mit zunehmender Entfernung benötigt das Licht natürlich noch länger, wie Ole Rømer bereits feststellte.

Von Veränderungen auf Saturn erfahren wir also erst mit rund eineinhalb Stunden Verspätung. Wenn Sie schneller informiert sein wollen, bietet eine Raumsonde aber auch keine gute Alternative: Voyager 1 benötigte über drei Jahre, um den Ringplaneten zu erreichen, Voyager 2 war fast noch ein Jahr länger unterwegs. Die Wissenschaftler der Cassini-Mission mussten nach dem Start sogar annähernd sieben Jahre auf die ersten Bilder warten – die dann auch nur mit Lichtgeschwindigkeit zur Erde gefunkt wurden.

Uranus ist doppelt so weit von der Sonne entfernt wie Saturn, und bis zu Neptun als äußerstem großen Planeten braucht das Licht mehr als vier Stunden – Voyager 2 war zu ihm zwölf Jahre lang unterwegs.

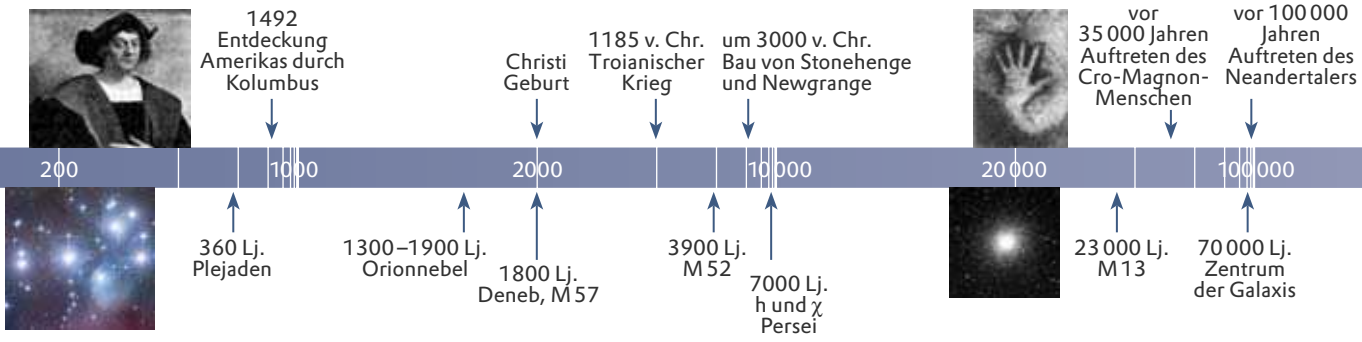
Spätestens wenn Sie den Zwergplaneten Pluto beobachten oder fotografieren wollen, wird die Zeitverzögerung eindrucksvoll. Er ist durchschnittlich 5,9 Milliarden Kilometer von der Sonne entfernt. Während der Opposition braucht das Sonnenlicht fünfeinhalb Stunden, um ihn zu erreichen. Weitere 5 Stunden und 19 Minuten benötigt es für den Weg von dort zur Erde in das innere Sonnensystem. Wenn Sie ihn um Mitternacht beobachten, sehen Sie ihn also so, wie er beim Abendessen aussah. Das Licht, das sein Bild zu uns trägt, hat die Sonne bereits am Mittag verlassen.

Außerhalb des Sonnensystems wird es unpraktisch, einen Lichtstrahl unserer Sonne zu verfolgen – er trifft erst nach 4,28 Jahren auf Proxima Centauri, unseren nächsten Nachbarstern. Diesen sehen wir natürlich nicht im reflektierten Sonnenlicht: Wie jeder Stern leuchtet er selbst. Beim Blick auf Deep-Sky-Objekte lohnt es sich daher, die Perspektive zu wechseln und zu fragen, was auf der Erde geschah, als das Sternlicht, das wir jetzt sehen, seine lange Reise begann. Wie in der Astronomie üblich, muss man hier in großem Maßstab denken.

Am Himmel gibt es etwa 1600 Sterne, die heller als 5. Größe sind. Dabei sind die nächsten Sterne nicht unbedingt die hellsten: Sonnenähnliche Sterne sind schon aus geringer Entfernung für das bloße Auge nicht mehr zu erkennen, während einige leuchtstarke Überriesen noch aus einer Distanz von mehreren tausend Lichtjahren deutlich zu sehen sind.

Blick in die Vergangenheit

Die Sterne des Sommerdreiecks, das zurzeit abends noch im Westen steht (siehe Sterntafel, S. 42), sind ein gutes Beispiel dafür. Atair im Adler und Wega in der Leier sind nur 16,7 beziehungsweise 25,3 Lichtjahre entfernt. Ihr Licht ging also noch im letzten Jahrtausend auf seine Reise. Das von Atair verließ seinen Stern etwa zu der Zeit, als die Berliner Mauer fiel, Wega sehen wir so, wie sie während des Kalten Kriegs Anfang der 1980er Jahre aussah. Deneb im Schwan ist viel weiter entfernt: fast 1800 Lichtjahre. Sein Licht entstand in einer Zeit, als das Rö- >



NASA, GSFC

Das Licht der Plejaden benötigt rund 350 Jahre bis zur Erde. Die Anfänge der modernen Astronomie werden durch die Erfindung des Teleskops um 1600 markiert.

> mische Reich noch bestand und die Bibel ihre heutige Form erhielt.

Deneb ist keineswegs der entfernteste Stern, der mit bloßem Auge noch gut zu sehen ist. Die 1600 Sterne bis 5. Größe sind zwar durchschnittlich nur 457 Lichtjahre weit weg. Vor rund 460 Jahren war Amerika erst seit einem halben Jahrhundert bekannt und in Europa sorgten die Thesen Martin Luthers für Aufruhr. Mehr als sechzig dieser Sterne sind aber mehr als 2000 Lichtjahre entfernt, sodass ihr Licht noch aus vorchristlicher Zeit stammt. Immerhin acht von ihnen sind mehr als 4500 Lichtjahre entfernt – vor 4500 Jahren wurden die Pyramiden von Giseh errichtet.

Allerdings ist es nicht sehr befriedigend, die abgelegensten Einzelsterne zu suchen – sie geben im Teleskop nur wenig her. Interessanter sind offene Sternhaufen. Die meisten von ihnen stehen in einer Distanz von einigen hundert bis wenigen tausend Lichtjahren. Die noch weiter entfernten sind zu klein und zu lichtschwach, um im Fernrohr aufzufallen.

Das Licht der Hyaden, die im Lauf der Nacht über den Osthorizont steigen, ist 150 Jahre unterwegs, bevor es die Erde erreicht. Vor etwas mehr als 150 Jahren wurden die ersten Astrofotos aufgenommen: Nach einem Bild der Sonne 1845 folgten vier Jahre später Aufnahmen des Monds und einiger Sterne.

Die benachbarten Plejaden sehen wir mit einer Verzögerung von 360 Jahren. In dieser Zeit ermöglichte die Erfindung von Fadenkreuz und Okularmikrometer auch bessere Forschung – damals noch mit Linsenteleskopen. Newton stellte sein erstes Spiegelteleskop erst 1672 vor, im selben Jahr wie Cassegrain und neun Jahre nach dem Entwurf von Gregory. Galileo Galilei benutzte erstmals 1609 ein Teleskop für die Astronomie. Das Licht der Plejaden entstand also zur selben Zeit wie die ersten Teleskope.

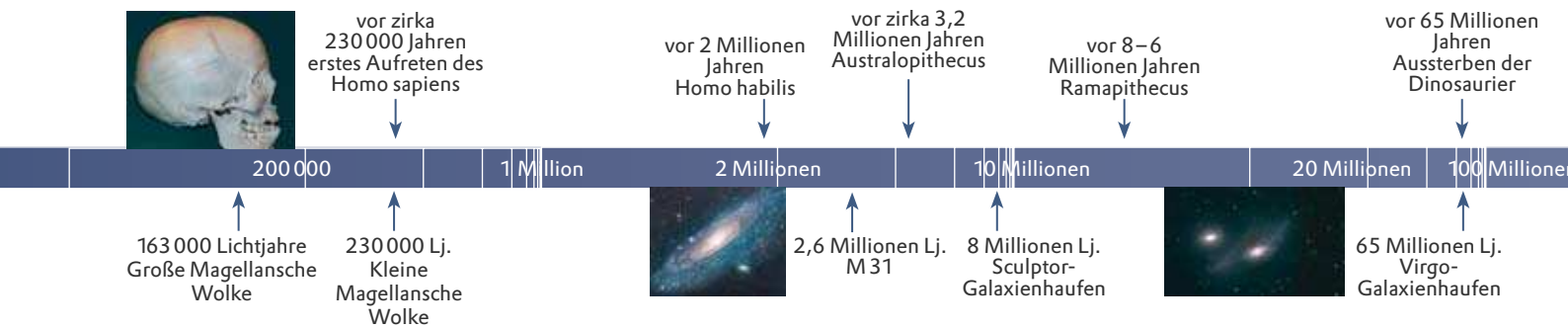
Bereits der Sternhaufen Krippe (M 44) im Krebs führt uns 525 Jahre in die Vergangenheit: Das Licht, das uns heute von ihm erreicht, entstand, bevor Kolumbus Amerika entdeckte. Der Doppelhaufen h und Chi Persei, den Sie als Schimmern zwischen Kassiopeia und Perseus erkennen können, ist sogar 7000 Lichtjahre entfernt – vor 7000 Jahren begann der Anbau von Getreide im Nahen Osten und von Mais in Mittelamerika.

Der Blick auf das 35 000 Lichtjahre entfernte Zentrum der Galaxis im Sternbild Schütze führt an den Anfang der Menschheitsgeschichte: Vor 30 000 Jahren starb der Neandertaler aus, vor etwa 35 000 Jahren trat mit dem Cro-Magnon-Menschen der erste Vertreter des modernen Menschen in Europa auf. Das Licht der meisten Objekte, die wir heute in unserer Milchstraße sehen können, ist also etwa so alt wie der moderne Mensch.

Deep Sky und Paläontologie

Auch die meisten Kugelsternhaufen sehen wir so, wie sie in dieser frühen Epoche der Menschheitsgeschichte waren. 23 000 Jahre sind vergangen, seit das Licht von M 13 im Herkules auf seine Reise ging. Bei M 15 im Pegasus sind sogar 30 000 Jahre vergangen. Die meisten Kugelsternhaufen sind nicht mehr als 65 000 Lichtjahre vom Zentrum unserer Galaxis entfernt. Beim Blick in die Erdgeschichte entspricht das der Epoche, als der Homo sapiens Afrika verließ und sich die modernen Menschen entwickelten.

Wer Galaxien beobachtet, blickt noch tiefer in die Vergangenheit. Bereits der Andromedanebel M 31 ist fast drei Millionen Lichtjahre entfernt, obwohl es auch geringere Entfernungsangaben für ihn gibt. Wir sehen ihn also so, wie er aussah, als die ersten Vormenschen die afrikanische Steppe erkundeten: Die ersten Fossilien des Australopithecus sind 2,9 bis



STSCI

3,6 Millionen Jahre alt, die Gattung Homo ist etwas jünger. M31 bildet gemeinsam mit der Milchstraße, der Dreiecksgalaxie M33 und den Magellanschen Wolken eine kleine Ansammlung von Galaxien: die Lokale Gruppe.

Der nächste wirklich große Galaxienhaufen ist der Virgo-Haufen in 65 Millionen Lichtjahren Entfernung. Sein Licht stammt aus der Zeit der Dinosaurier, die am Ende der Kreidezeit ausstarben, woraufhin die Säugetiere ihren Siegeszug antreten konnten. Der Virgo-Haufen ist Teil eines Superhaufens, zu dem die meisten helleren Galaxien am Nordhimmel gehören. Unsere eigene Lokale Gruppe liegt am Rand dieses Superhaufens.

Wer noch tiefer in das All sehen will, jagt sehr leuchtschwache Galaxien. 200 Millionen Lichtjahre trennen uns von der Großen Mauer. Sie ist eine der größten bekannten Strukturen im Universum – eine etwa 300 Millionen Lichtjahre mächtige, 500 Millionen Lichtjahre lange und nur 15 Millionen Lichtjahre tiefe Ansammlung aus unzähligen Galaxien. Ihr Licht stammt aus einer Zeit, als die Trias sich dem Ende zuneigte und mit dem Jura die große Zeit der Dinosaurier begann. Für die weiter zurückliegenden Ereignisse der Erdgeschichte lassen sich kaum entsprechend weit entfernte Deep-Sky-Objekte aufspüren – sie sind einfach zu lichtschwach, um sie zu erkennen. Die Entstehung höheren Lebens in der Kambrischen Explosion vor 570 Millionen Jahren hat daher ebenso wenig eine »himmlische« Entsprechung wie die Entstehung der Erde vor 4,6 Milliarden Jahren oder die des Lebens kurz danach. Das Licht der Quasare, wie zum Beispiel das des drei Milliarden Lichtjahre entfernten 3C 273, entstand in der langen Epoche, in der es auf der Erde nur einzellige Mikroorganismen gab. Sie sind die entferntesten und somit auch ältesten Objekte, die Sie mit einem größeren Amateurteleskop noch erreichen können.

Die am weitesten entfernten Objekte wurden auf dem Hubble Deep Field sichtbar: Bis zu 13 Milliarden Jahre alte Galaxien, die nur wenig jünger sind als das Universum. Ihr Licht begann seine Reise lange vor der Entstehung des Sonnensystems.

Hier endet unser Ausflug: Licht aus eventuell noch weiter entfernteren Bereichen des Universums hatte noch keine Zeit, um zu uns zu gelangen. Wenn Sie das nächste Mal die Sterne beobachten, denken Sie daran, dass Sie gleichzeitig einen tiefen Blick in die Vergangenheit werfen. Und wenn Sie einmal vor Ausstellungsstücken in einem naturgeschichtlichen Museum stehen, erinnern Sie sich vielleicht an den Anblick ähnlich alter Himmelsobjekte. Wer sagt denn, dass sich nur Archäologen mit der Vergangenheit beschäftigen? <<

Vor rund dreißig Millionen Jahren ging das Licht der Sombrero-Galaxie auf seine Reise. Zu dieser Zeit entstanden auf der Erde die Alpen.

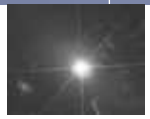
Alexander Kerste hat beim Sternegucken schon öfter die Zeit vergessen.

vor 570 Millionen Jahren Kambrische Explosion

vor 4,6 Milliarden Jahren Entstehung der Erde

n | 200 Millionen | 1 Milliarde | 2 Milliarden | 10 Milliarden

200 Millionen Lj. Große Mauer



2,3 Milliarden Lj. Quasar 3C 273

M31: ESA / ROBERT GENDLER; VIRGO: NOAO; GR. MAUER: JAXA; QUASAR: NASA / ESA; PROTOPLANETAR: NASA; REST: ARCHIV

Die Himmelsmechaniker

Per Kurbelantrieb zu den Planeten – nur noch zwei Orrerymacher verstehen sich auf die jahrhundertealte Kunst, mechanische Modelle des Sonnensystems zu bauen. **>> Matthias Meier**

Der Weg zu den Sternen ist beschwerlich: steinig, schmal und zugewachsen. Er führt zu einem kleinen, einsamen Cottage nahe Hebden Bridge im Norden Englands. Durch eine niedrige, mit Efeu überwucherte Tür und über eine schmale Treppe gelangen wir in die Werkstatt von John Gleave, Ausgangspunkt für eine Reise durchs Sonnensystem. Mit nur wenigen Handbewegungen schickt Gleave seine Gäste von den sanften, grünen Hügeln draußen vor dem Fenster hinauf zu Merkur und Venus. Kurzes Verweilen, ein genauer Blick auf unsere Erde und den Mond, und schon geht es locker aus dem Handgelenk weiter zu Mars, Jupiter und Saturn. Das Spiel der Planeten ist Gleaves Leidenschaft, die Himmelsmechanik ihm so vertraut wie einem Uhrmacher das Innere einer Uhr. Dabei ist der scheue, jung gebliebene Sechzigjährige weder Astronom noch Raketeningenieur. Ein Blick in seine Werkstatt verrät, woraus sein Universum besteht: Drehbank, Fräsmaschine und Teilscheibe. Uhrmacherwerkzeuge, Lupe und Mikrometerschraube. Feine Messingzahnräder, Scheiben mit eingravierten Sternzeichen, handbemalte Kugeln und poliertes Holz. John Gleave ist Orrerymacher – einer der letzten, die heute noch ihren Lebensunterhalt mit dieser alten Kunst verdienen.

MATTHIAS MEIER

»Orrerys sind mechanische, Uhrwerken nicht unähnliche Modelle des Sonnensystems, die die Bewegung der Planeten und ihrer Monde nachbilden«, erklärt John Gleave.

Ein Graf greift nach den Sternen

Dazu zählen einfache Sonne-Erde-Mond-Modelle mit Riemenantrieb und Handkurbel ebenso wie die »Grand Orrerys«, in denen hochkomplizierte Werke aus Messingzahnrädern mehrere Planeten und sogar jeden einzelnen ihrer Monde getrennt antreiben. Die Bezeichnung Orrery geht zurück auf Charles Boyle, den vierten Grafen von Orrery. Dieser bestellte 1712 erstmals ein Sonne-Erde-Mond-Modell bei John Rowley, einem Londoner Instrumentenbauer.

Der Ursprung der Orrerys liegt jedoch im Dunkeln. Rowleys Mechanik war nicht die erste ihrer Art. Schon um 200 v. Chr. soll Archimedes mit Hilfe seiner »sphaera«, eines ersten mechanischen Himmelsmodells, die Bahnen von Erde und Mond beschrieben haben. Leider ist von dieser sphaera außer einer vagen Beschreibung Ciceros nichts überliefert. Ganz im Gegensatz zum 2000 Jahre alten Mechanismus von Antikythera, der ältesten bekannten Zahnradapparatur, deren Überreste Fischer vor der griechischen Küste entdeckt haben. Das komplexe Räderwerk gilt vielen als ein antikes Orrery. »Ich glaube jedoch eher, dass es eine Art Kalender war«, sagt Gleave, der neben seinen Orrerys schon mehrere Exemplare des Antikythera-Mechanismus rekonstruiert hat.

Die den Orrerys verwandten astronomischen Uhren waren bereits im 15. und 16. Jahrhundert – und damit lange vor der Bestellung des Grafen von Orrery – hoch entwickelt, wie die Beispiele in Prag und Straßburg zeigen. Älter ist auch das Jovilabium des Dänen Ole Rømer von 1677, ein Mechanismus, der seine Bahnbeobachtungen der wichtigsten Jupitermonde veranschaulichen sollte.

Der Prototyp des klassischen Orrerys jedoch stammt vom englischen Uhrmacher George Graham. Neben vielen Instrumenten für die Wissenschaftler der Aufklärung entwarf er zwischen 1704 und 1709 einen Mechanismus, dessen Räderwerk die komplizierte Bewegung des Monds und der Erde um die Sonne nachbildete. Rowleys Auftragsarbeit für den Earl of Orrery war schlicht eine überarbeitete Version von Grahams Modell.

»Anfangs wurden Orrerys ausschließlich für Wissenschaftler, Bildungseinrichtungen oder reiche Sammler angefertigt, wobei Größe und Komplexität immer weiter zunahmen. Erst später kamen dann einfache und billige Geräte auf den Markt, was Orrerys in viktorianischer >

Künstler und Konstrukteur

John Gleave aus Hebden Bridge im Norden Englands war Kunstmaler, bevor er begann, sich für Himmelsmechanik zu interessieren und Orrerys zu bauen. Doch nach zwanzig Jahren als Orrerymacher denkt er darüber nach, wieder zum Malen zurückzukehren.

Eigenkonstruktion nach klassischer Vorlage: John Gleaves Orrery zeigt die Bahn des Merkurs, der Venus, der Erde und des Monds.

MATTHIAS MEIER

> Zeit sehr populär machte. Doch mit der Einführung optischer Planetarien verschwanden deren mechanische Vorfahren fast spurlos«, fasst Gleave 300 Jahre Orrerybau zusammen. Ein erster Vorbote dieses Niedergangs war wohl Adam Walkers Eidouranion von 1770, eine Art transparentes Orrery mit Projektor. Das Schicksal der mechanischen Orrerys besiegelte jedoch Carl Zeiss, als er 1924 mit seinem noch heute in Planetarien verwendeten Projektor die Darstellung der Himmelskörper und ihrer Bewegungen revolutionierte.

Warum wagt es heute noch jemand, gegen diese perfekten Lichtschauen mit wenig mehr als ein paar Messingzahnrädchen anzutreten? Warum will jemand ein beinahe ausgestorbenes, weil überflüssig gewordenes Handwerk erlernen?

Verbesserte Konstruktion

1798 baute William Pearson diesen beeindruckenden Mechanismus auf Grundlage von Boyles Orrery – mit der mittleren Umlaufzeit der Planeten.

»Vor über zwanzig Jahren habe ich einen Roman gelesen, in dem es um die Bewegung der Planeten ging«, erinnert sich Gleave an den Beginn seiner Leidenschaft. »Ich wollte verstehen, was da passiert, und da ich als Kunstmaler wenig mit Formeln anfangen kann, schien mir ein Orrery der beste Weg, die kopernikanischen Gesetze zu begreifen. Leider musste ich schnell feststellen, dass Orrerys sehr teure Sammlerstücke sind. Da mich aber als Künstler die mechanische Schönheit dieser Stücke fasziniert hat und ich ohnehin einmal mit Metall arbeiten wollte, kam ich auf die Idee, selbst ein Orrery zu bauen.«

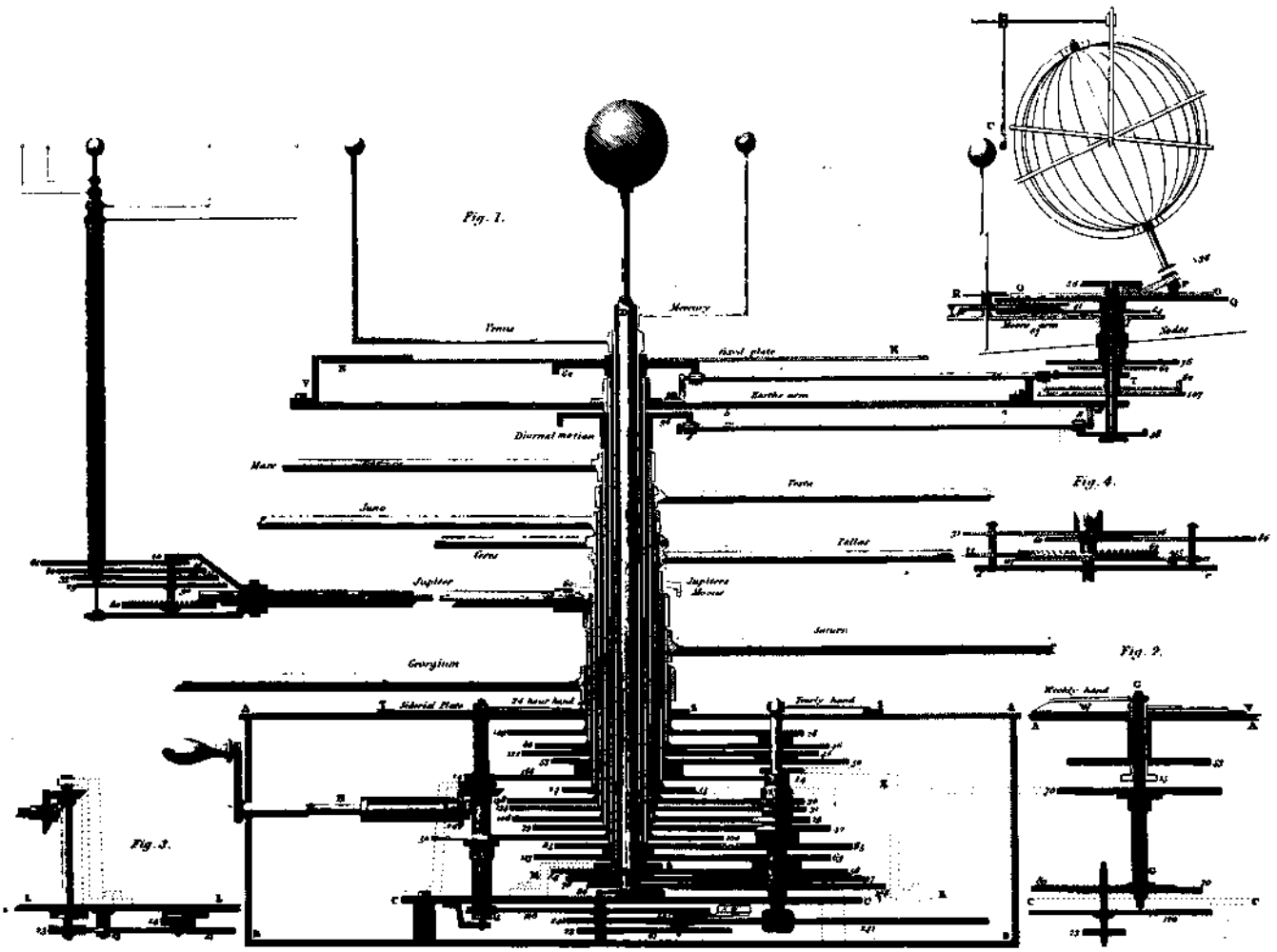
Die Kunst Planeten zu bewegen

Das erste Modell hatte anfangs noch eine einfache Riemenübersetzung, die Gleave jedoch nach einem Uhrmacherkurs durch Zahnräder ersetzte. »Keine einfache Sache übrigens«, erklärt der Himmelsmechaniker, »irgendwie scheint mein Künstlerhirn nicht dafür gemacht zu sein, Übersetzungsverhältnisse und Getriebefunktionen zu verstehen.«

Aufwändiges Räderwerk

ist notwendig, um die komplizierte Bahn des Monds zu reproduzieren. Grand Orrerys wie dieses zeigen auch die äußeren Planeten Mars, Jupiter, Saturn und manchmal sogar Uranus und Neptun.

Ganz offensichtlich hat Gleave inzwischen auch die mechanischen Künste gemeistert: Ungefähr 170 Orrerys sind bisher in seiner Werkstatt entstanden, von einfachen Erde-Mond-Modellen bis hin zu aufwändigen Grand Orrerys – einschließlich eines Modells mit einem beringten Saturn, dessen größte Monde sich unabhängig voneinander bewegen. Und manchmal übertreibt er es auch ein bisschen. »Mein größtes Orrery hatte einen Durchmesser von 1,6 Metern«, erinnert er sich. »Leider habe ich zu spät gemerkt, dass es nicht durch die Tür passt. Letztendlich musste ich es wieder komplett auseinandernehmen und die Garage meines Nachbarn als Werkstatt anmieten. Heute baue ich vorzugsweise



AUS: HENRY C. KING, GEARED TO THE STARS - THE EVOLUTION OF PLANETARIUMS, ORRERIES AND ASTRONOMICAL CLOCKS, 1978 U. TORONTO PRESS

MATTHIAS MEIER

nur noch Orrerys bis 1,2 Meter, der Breite meiner Haustür.«

Das Tischmodell, an dem er gerade arbeitet, passt locker durch die Tür. Der goldglänzende Mechanismus zeigt die Bewegungen von Merkur, Venus, Erde und Mond. Unter einer golfballgroßen Messingsonne dreht sich ein balkenförmiges Gehäuse, vollgestopft mit Zahnrädern. »Die aufwändige Mechanik ist nötig, um den so genannten metonischen Zyklus des Monds und seine Bahnneigung zu reproduzieren«, erklärt Gleave den wohl wichtigsten Grund, warum Orrerys überhaupt gebaut werden.

Der Namensgeber des metonischen Zyklus, Meton von Athen, entdeckte 432 v. Chr., dass sich die Mondphasen ungefähr alle 19 Jahre am selben Tag des selben Monats wiederholen. Eine Tatsache, die beispielsweise für die Berechnung des Osterdatums bedeutsam ist. Da sich der Mond nicht nur um die Erde, sondern gleichzeitig mit ihr um die Sonne bewegt, unterscheidet sich der von der Erde aus beobachtete Mondzyklus leicht von der aus dem Weltall betrachteten Dauer einer Erdumkreisung. Zu kompliziert? Wie wäre es dann mit der Tatsache, dass die Bahn unseres Monds nicht wie die der meisten anderen Monde in der Äquatorebene ihres Planeten, sondern ungefähr fünf Grad geneigt zu der Ebene liegt, in der die Erde ihre Bahn um die Sonne zieht? Was im Übrigen der Grund dafür ist, dass es nicht jeden Monat zu einer Mondfinsternis kommt. Komplett verwirrt? Da hilft ein Orrery. Ein paar Drehungen an der Kurbel von Gleaves Kunstwerk, und schon ist klar, was mit Worten so schwer zu erklären ist.

Obwohl bereits Rowley solche Komplikationen in seinem Orrery berücksichtigte, hält Gleave sich nicht allzu sehr an die historische Vorlage. »Im Allgemeinen sind meine Orrerys keine exakten Repliken bestehender Geräte. Dazu bin ich wohl noch zu sehr Künstler. Mein Ziel ist es, genaue, aber vor allem ästhetisch ansprechende Orrerys zu bauen.«

Welten fürs Wohnzimmer

Brian Greig aus dem australischen Melbourne versucht sogar, mit dem Bau von Orrerys seinen Lebensunterhalt zu verdienen. Dafür ist der Sinn für Kunst und Ästhetik wohl ebenso eine Voraussetzung wie handwerkliches Geschick. »Außerdem braucht es die Geduld eines Engels, die Kraft Samsons und das Bankkonto eines Rockefeller«, sagt Greig. Der Australier ist damit sehr erfolgreich, >

Orrerys

wis
wissenschaft in die schulen!

Auf zwei grundlegend verschiedene Arten erfährt der Mensch die Zeit: einerseits linear, das heißt mit einem Anfang und einem Endpunkt, wie von der Geburt bis zum Tod, andererseits erlebt er sich regelmäßig wiederholende Phänomene wie den Tagesablauf, die Mondphasen, die Jahreszeiten, den Lauf der Planeten durch den Tierkreis oder die Rotation der Milchstraße.

Die Erkenntnis unterschiedlich langer Perioden in den kosmischen Bewegungsabläufen begründete die Astronomie als Wissenschaft. Dadurch war es möglich, zukünftige Ereignisse genau vorherzusagen (zum Beispiel eine Mond- oder Sonnenfinsternis) – das entscheidende Kriterium für die Naturwissenschaften.

Wie können wir durch Beobachtung mit bloßem Auge Zyklen bestimmen und diese nachbilden? Solche Fragen beantwortet das didaktische Material zu diesem Artikel unter www.wissenschaft-schulen.de.

BEIDE FOTOS: BRIAN GREIG

Konstrukteur und Künstler

Nach langen Jahren in einem Konstruktionsbüro besitzt Brian Greig aus dem australischen Melbourne heute seine eigene Werkstatt. Hier entstehen Kunstwerke wie sein Lieblingsstück (rechts), eine exakte Kopie des Troughton Orrery von 1800. Seine Orrerys sind kleine Kunstwerke, die ihren historischen Vorbildern exakt gleichen. Grand Orrerys (links) zeigen auch die äußeren Planeten Mars, Jupiter und Saturn.

> seine Kunden schätzen seine Meisterwerke seit Jahren. Greig entdeckte seinen ersten Orrery im Sotheby-Katalog seines Onkels, eines Kunstsammlers. Die Schlichtheit dieser mechanischen Universen war es, die seine Liebe entfachte. Eine Liebe, die 1990 mit seinem ersten selbst gebauten Orrery endlich ihre Erfüllung fand.

Heute ist daraus eine breite Palette geworden, von Kopien der klassischen englischen Modelle Rowleys und Grahams bis hin zu speziellen Orrerys: ein Tellurium etwa, das die Jahreszeiten verdeutlicht, ein Lunarium, das die komplizierte Bewegung unseres Monds beschreibt, und sogar ein Mars-Orrery mit den Monden Phobos und Deimos. Dessen Besonderheit sind elliptische Zahnräder, die das Zweite Kepler'sche Gesetz berücksichtigen – der Radiusvektor eines Himmelskörpers überstreicht in gleicher Zeit gleiche Flächen. Eine bei den meisten Orrerys stillschweigend vernachlässigte Komplikation; statt astronomisch korrekter Bahnen wird in der Regel nur das Verhältnis der Umlaufzeiten wiedergegeben. »Mein Lieblingsstück jedoch ist eine Replik von Edward Troughtons Orrery von 1800«, meint Greig und nimmt ein klassisches Modell der inneren Planeten, der Erde und des Monds aus dem Regal. »Für das erste habe ich volle drei Jahre gebraucht.« Einen nicht unwesentlichen Teil davon verbrachte er damit, den Kurator des Science Museum in London zu überreden, Papierabriebe vom Original machen zu dürfen. Nicht ungewöhnlich für Greig: Der Australier ist absolut detailversessen. Stundenlang kann er mit dem Vergrößerungsglas über alten Stichen oder Fotos brüten und Zähne zählen. Es passiert auch schon mal, dass er von einem Kurator aus dem Museum geworfen wird, weil er eines der wertvollen Originale röntgen lassen will.

Aufwändige Handwerkskunst

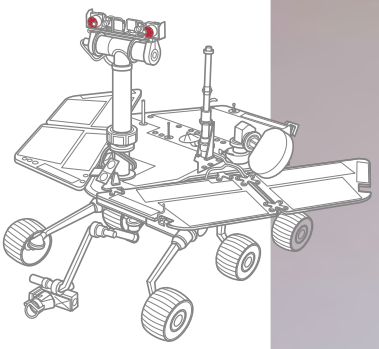
Ist aber der Plan eines alten Orrerys erst einmal rekonstruiert, schließt sich Greig in seiner Werkstatt ein. Die Zahnradherstellung ist knifflige Handarbeit: Zuerst schneidet er mit der Schlagschere ein Messingblech grob zurecht und bringt es in der Drehbank auf den gewünschten Durchmesser. Einige Messingscheiben spannt er anschließend in eine Fräsmaschine mit Teilscheiben ein, mit der er jeden Zahn einzeln fräst, oft sogar in mehreren Durchgängen. Versuche, diese Prozedur abzukürzen, scheiterten kläglich: »Die Idee, die Zahnräder mit einer modernen Laserschneidmaschine auszuschneiden, haben wir schnell wieder aufgegeben – das stark reflektierende Messing hat beim ersten Versuch den Spiegel zerstört und die Maschine erstmal für einen Monat lahmgelegt.« So betreibt Greig den Bau von Orrerys bis heute noch als echtes Handwerk. Es ist zwar mit der Uhrmacherkunst verwandt, doch schon immer übten es eher Instrumentenbauer aus als Uhrmacher. Eine Tradition, der sich auch der 63-jährige Greig verpflichtet fühlt: »Ich hasse Uhrenläden. Das Ticken erinnert mich daran, dass meine Zeit abläuft.«

Und Zeit braucht Greig jede Menge. In einem normalen Orrery stecken drei Monate Arbeit, jährlich verlassen nicht mehr als drei bis vier Stück seine Werkstatt. Wie seit jeher setzt sich seine Kundschaft aus Universitäten, Museen und reichen Sammlern zusammen, die noch ein schmuckes Stück für ihre Bibliothek suchen.

Keine billige Anschaffung: Schon ein einfaches Erde-Mond-Orrery kostet um die 3000 Euro. Dennoch sind Greigs Auftragsbücher gut gefüllt. Natürlich ist ein Besuch im Planetarium günstiger. Doch Greigs Himmelsmechaniken ziehen jeden wie magisch an, der in ihre Nähe kommt, und wecken fast automatisch den Wunsch, eines dieser Wunderwerke zu besitzen. Vielleicht ist es ja die Wärme von Messing, Emaille und poliertem Holz, die uns die ansonsten so kalten, astronomischen Gleichungen näherbringt. Vielleicht das beruhigende Gefühl, dass die mächtigen Himmelskörper in immer gleichen Bahnen laufen, die wir mit einem handgemachten Räderwerk nachbilden können. Oder vielleicht sind Orrerys einfach nur deshalb so faszinierend, weil sie dem Traum, per Kurbelantrieb zu den Planeten zu reisen, am nächsten kommen. <<

Matthias Meier ist freier Technikjournalist und Chefredakteur der Zeitschrift »engine«.

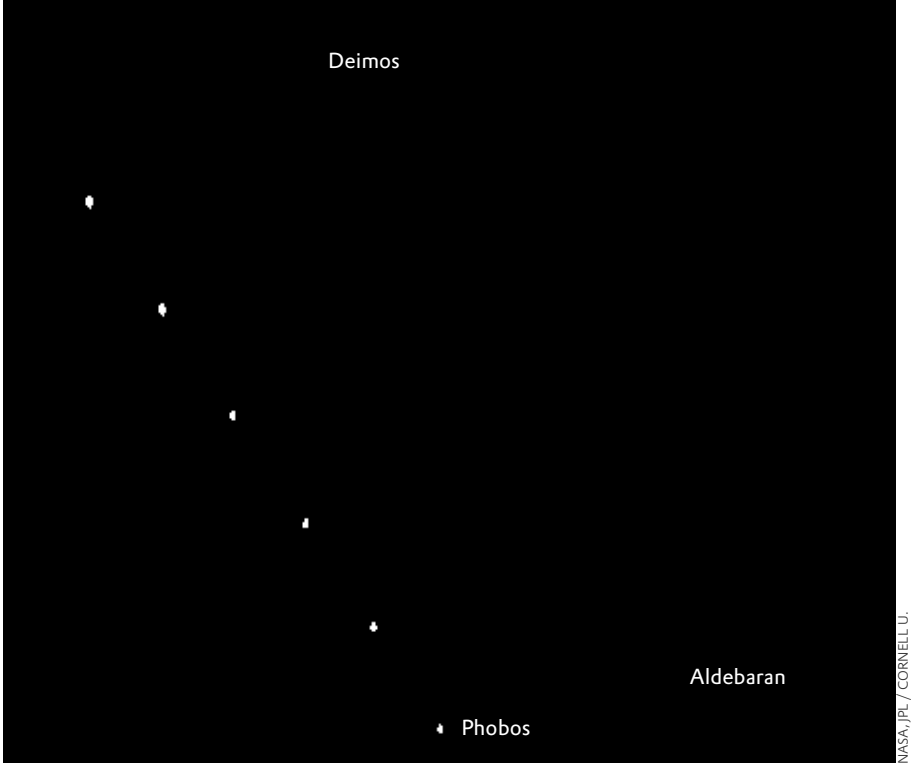
Amateurastronomie vom Mars aus



Über der Oberfläche des Roten Planeten wölbt sich nachts ein atemberaubender Sternhimmel – wesentlich klarer und kontrastreicher als über der Erde. Grund genug, dort ein wenig Astrofotografie zu betreiben. **>> Jim Bell**

Mit Hilfe seiner Panoramakameras fing das Bodenfahrzeug Spirit (hier per Fotomontage ins Bild gesetzt) diesen einmaligen Sonnenuntergang auf dem Mars ein. Dank der verwendeten Fotofilter entspricht die Aufnahme in etwa dem Eindruck, den menschliche Augen wahrnehmen würden – allerdings mit übertriebener Färbung. Wir könnten wohl das bläuliche Glühen sehen, nicht aber die Röte fern der Sonnenscheibe.

NASA, JPL / CALTECH / CORNELL U.



NASA, JPL / CORNELL U.

Phobos und Deimos, die beiden Marsmonde, in der Nähe des Sterns Aldebaran. Spirit machte diese Aufnahme am 30. August 2005. Das Kompositbild zeigt die Positionen der Monde alle 170 Sekunden, wodurch ihre Bewegung deutlich wird.

Das Durchhaltevermögen der Nasa-Marsrover Spirit und Opportunity ist beeindruckend. Ursprünglich auf drei Monate Betriebszeit ausgelegt, landeten sie Anfang 2004 auf dem Roten Planeten und versehen dort bis heute ihren Dienst. Das sind mittlerweile fast drei Jahre, das Zehnfache der vorgesehenen Einsatzdauer!

Spirit müht sich seit mehr als einem Jahr damit ab, den Husband-Hügel zu erklimmen. Dieser erhebt sich etwa hundert Meter über die Ebene des Gusev-Kraters, wo der Rover im Januar 2004 landete. Die Kletterpartie gestaltete sich für Spirit ziemlich schwierig, lohnte sich aber: Während des Aufstiegs entdeckte das Fahrzeug zahlreiche Hinweise auf eine einst wasserreiche Umgebung. Unterdessen war der harte Marswinter hereingebrochen und brachte jede Menge Staubstürme mit sich, zudem schien die Sonne nur schwach. Wir, das Bodenteam auf der Erde, machten uns monatelang Sorgen um die Solarstromversorgung des Rovers.

Irgendwann zog wieder der Sommer herauf und gewährte reichlich Sonnenschein. Durch einen verrückten Zufall bekam Spirit jetzt allerdings zu viel Licht ab. Ein Sturm hatte völlig unerwartet den Marsstaub von den Solarpaneelen des Gefährts geblasen, sodass plötzlich wesentlich mehr Batteriestrom zur Verfügung stand, als wir einkalkuliert hatten. Es blieb uns nichts anderes übrig, als die überschüssige Energie abzuleiten, andernfalls hätte sich der Rover überhitzt. Was für eine Verschwendung von wertvollen Ressourcen!

Mehrere aus unserem Team sind Astronomen – sowohl Profis als auch Amateure – und waren schon immer von der Möglichkeit fasziniert, den Sternhimmel von einem anderen Planeten aus zu beobachten. Mark Lemmon (Texas A&M University), Mike Wolff (Space Science Institute) und ich begriffen, dass wir mittels des Rovers die einzigartige Gelegenheit dazu hatten.

Zwei wirklich teure Kameras

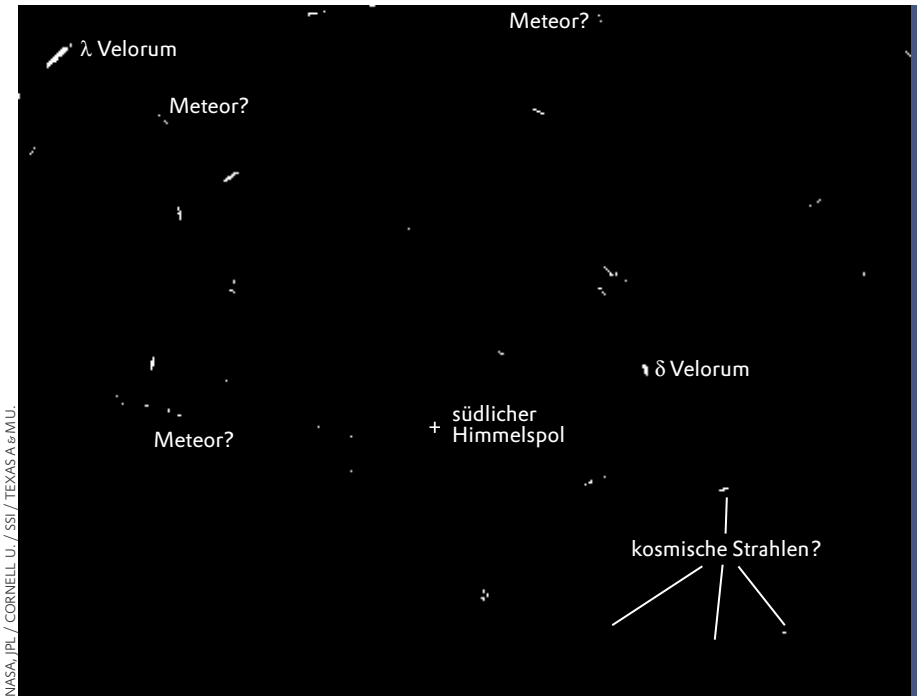
Über eine kurze Zeit sammelten die Solarzellen des Fahrzeugs während des Marssommers genügend Energie, damit wir in der Marsnacht seine Kameras und Computer in Gang setzen konnten. Damit war es uns möglich, Fotos vom Sternhimmel über dem Roten Planeten zu schießen. Spirits Zwilling, den Rover Opportunity, konnten wir nur sehr eingeschränkt dafür nutzen, da ihm ein defektes Heizelement zu schaffen machte.

Ich bin als leitender Wissenschaftler verantwortlich für die beiden Farb-Panoramakameras des Rovers, die so genannten Pancams. Sie bilden zusammen eine Art Feldstecher, wobei jede von ihnen über einen Bildchip mit 1024 × 1024 Pixeln und über ein Gesichtsfeld von 16 × 16 Grad verfügt. Sie sind keine Teleskope, sondern ähneln 35-Millimeter-Kameras mit Objektiven von zehn Zentimeter Brennweite. Jede Pancam verfügt über ein Filterrad mit acht Haltern, um Farbbilder zu erzeugen. Wir haben pro Filterrad einen Halter leer gelassen, und zwar aus zwei Gründen: einerseits um Testbilder zu schießen, während sich die Rover noch auf der Erde befanden, andererseits um Bilder von der Marsoberfläche aufzunehmen, während dort eine schwache Beleuchtung herrscht. Nach einigen Probeläufen auf dem Mars wussten wir, dass wir mit den Pancams auch Sterne oder die beiden Marsmonde Phobos und Deimos abbilden können.

Allerdings kann man mit einem 400 Millionen Dollar teuren Rover nicht einfach so zum Spaß ein paar Astrofotos knipsen. Alles, was das Bodenteam mit dem Gefährt veranstaltet, muss der Wissenschaft dienen. Ingenieure, Wissenschaftler und Manager prüfen jeden Vor- >

Spirits Kameras verfolgten Phobos, als dieser am 27. November 2005 in den Marsschatten eintrat. Phobos (hier alle 20 Sekunden abgelichtet) bewegte sich von links nach rechts (1). Phobos, in Abständen von 40 bis 80 Sekunden eingefangen, verlässt den Marsschatten (2). Deimos trat am 18. Dezember 2005 in den Marsschatten ein. Der Mond bewegte sich hier von rechts nach links und wurde im Abstand von jeweils elf Sekunden abgelichtet (3).

ALLE: NASA, JPL / CORNELL U.; LINKS PLUS: SSI / TEXAS A & M U.



NASA, JPL / CORNELL U. / SSI / TEXAS A & M U.

Ende November 2005 trat der Mars in den Meteoroidenschweif des Kometen Halley ein. Dieses Bild, zusammengesetzt aus neun jeweils 60-sekündigen Aufnahmen, stammt aus der gleichen Woche. Der Himmelssüdpol liegt nahe dem Bildzentrum, die Sterne erscheinen als kurze Bögen um ihn herum. Zusätzlich zu den Sternspuren zeigt das Bild mehrere Streifen, Punkte und Kleckse. Es handelt sich um Spuren kosmischer Strahlung, die bis zum Kameradetektor vordrang. Aufnahmen wie diese helfen, Meteorströme vorherzusagen, die Einschlaghäufigkeit kleiner Meteorite auf dem Mars zu ermitteln, die Intensität der kosmischen Strahlung einzuschätzen und nach nächtlichen Wasser- oder Staubwolken in der Marsatmosphäre zu suchen.

> schlag zum Einsatz der Geräte peinlich genau. So ersannen wir einen Beobachtungsplan, der einen wissenschaftlichen Nutzen versprach, und kamen auf diese Weise zu unseren Himmelsfotos. Freilich war die Astronomie, die wir mit den Marsrovern betrieben, geradezu steinzeitlich: Unsere 35-Millimeter-Kameras befanden sich jede Nacht woanders, konnten nicht nachführen, lediglich Sterne bis zur 7. Größenklasse abbilden und pro Nacht maximal dreißig Minuten beobachten. Aber es war Sterngucken vom Roten Planeten aus!

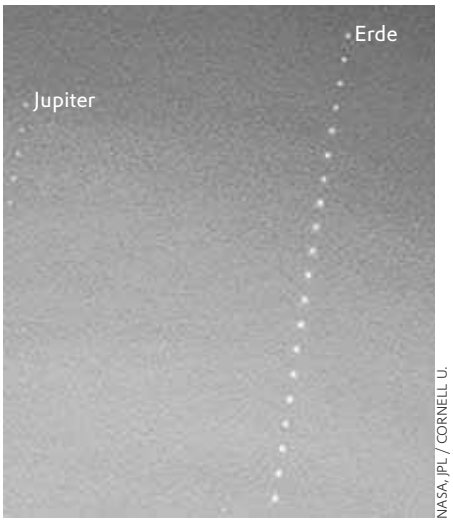
Überredet

Trotz etlicher Schwierigkeiten gelang es uns, viel versprechende Beobachtungsvorschläge einzureichen. Zum Beispiel waren die Forscher bis dato darauf angewiesen gewesen, die orbitalen Positionen der Marsmonde Phobos und Deimos aus Messdaten von 1989 herzuleiten. Unsicherheiten bei der Bestimmung der Umlaufbahnen – besonders im Fall von Phobos – hatten die Positionsbestimmung der Monde seither immer ungenauer werden lassen. Deshalb boten wir an, Phobos und Deimos mit Spirits Kameras zu fotografieren und ihre Positionen zueinander, zur Sonne, zu Hintergrundsternen und zum Marsschatten zu ermitteln, um diese Unsicherheiten weit gehend zu beseitigen.

Wir hatten noch andere Ideen parat. Zum Beispiel empfahlen wir, die Pancams auf Sterne mit bekannter Helligkeit zu richten, um nach Staub oder Eiswolken in der Marsatmosphäre zu suchen. Außerdem, so argumentierten wir, könnten Aufnahmen mit geeigneten Farbfiltern neue Informationen über die Oberflächenzusammensetzung von Phobos und Deimos liefern. Und schließlich passierte der Rote Planet während der Sommermonate die Meteorströme zweier periodischer Kometen: P/2001 R1 (Loneos) und 1P/Halley. Warum sollte man in dieser Zeit nicht einfach den Marshimmel ablichten, um herauszufinden, wie häufig sich kleine Meteoriteneinschläge auf dem Roten Planeten ereignen?

Unsere Vorschläge wurden angenommen, und weil die Solarzellen des Rovers genug Strom lieferten, stand uns schließlich für mehr als dreißig Marsnächte ein »Observatorium« auf dem Husband-Hügel zur Verfügung. Eine Sternwarte auf der Oberfläche eines fremden Planeten!

Zur großen Freude aller Beteiligten gelangen uns unglaublich erfolgreiche Beobachtungen, wir fingen einige der faszinierendsten Fotos der gesamten Mission ein. Darüber hinaus vermittelten unsere Aufnahmen erstmals einen Eindruck davon, wie es wäre, wenn ein Astronaut das sternübersäte Firmament von der Oberfläche des Roten Planeten aus betrachten würde. Phobos, um ein Beispiel zu nennen, ist bei Weitem das hellste und seltsamste Objekt am nächtlichen Marshimmel. Er erscheint etwa ein Drittel so groß wie unser Vollmond und der große Einschlagkrater Stickney auf seiner Vorderseite ist deutlich erkennbar. Weil Phobos den Mars schneller umrundet, als der Planet rotiert, geht der Mond im Westen auf und im Osten unter.



NASA, JPL / CORNELL U.

Erde und Jupiter Die beiden Planeten gehen am östlichen Himmel über dem Meridiani Planum auf. Opportunity erstellte diese Mehrfachbelichtung am 29. Dezember 2005. Die Erde ist der hellere Punkt, der sich nach oben bewegt. Jupiter tritt etwas schwächer am linken Bildrand ins Gesichtsfeld. Die Kameras des Rovers fotografierten die Planeten alle sechzig Sekunden.

Mit –9. Größe erscheint er recht hell, freilich immer noch dreißigmal lichtschwächer als der irdische Vollmond.

Deimos ist mit –5,5ter Größe ebenfalls nicht zu übersehen. Er erscheint zweieinhalbmal heller als die Venus von der Erde aus. Beide Monde bewegen sich vor demselben Hintergrund aus Sternen und Konstellationen, den wir von der Erde kennen. Von seinem Standort im Gebiet des Gusev-Kraters (etwa fünfzehn Grad südlich des Marsäquators) hat Spirit den südlichen Sternhimmel im Blick.

Beim Fotografieren der Gestirne mit den Panoramakameras des Rovers gewannen wir unweigerlich Sternspuraufnahmen. Die Kameras der scheinbaren Bewegung des Firmaments nachzuführen wäre zu kompliziert gewesen, da sie sich auf einer einfachen azimutalen Montierung befinden. Sie waren nie für eine Nachführung vorgesehen. Die Strichspuren sahen hübsch aus und waren zugleich höchst interessant: Bei näherer Betrachtung zeigte sich deutlich, dass die Sterne in anderer Weise über den Marshimmel ziehen, als das am irdischen Firmament der Fall ist. Polaris, den wir als fixen Nordstern kennen, bewegt sich quer durchs Gesichtsfeld und der Südhimmel dreht sich um einen Punkt, der in der Konstellation Schiffssegel liegt.

Ähnlich wie die Erde besitzt auch der Mars keinen offenkundigen Südstern. Delta Velorum, ein Gestirn 1,9ter Größe, ist mit drei Grad Abstand jener helle Stern, der dem marsianischen Himmelssüdpol am nächsten liegt. Als Gegenstück zum irdischen Nordstern käme beim Mars am ehesten Deneb in Betracht, Hauptstern des Sternbilds Schwan. Diesen konnten wir von Spirits Standort aus allerdings nicht sehen.

Phobos oder Deimos bei einer Finsternis zu beobachten (wenn sie in den Marsschatten eintreten) ist ebenso faszinierend, wie dieses Schauspiel beim Erdtrabanten zu erleben. Sowohl Phobos als auch Deimos reflektieren während ihrer Finsternisse einen kleinen Teil des rötlichen Schimmerns vom Mars – das Analogon zum Erdlicht. Sobald sie jedoch in den Kernschatten des Mars eintreten, sind sie nicht mehr zu sehen.

Mehr als 75 Minuten unserer Beobachtungskampagne widmeten wir der Suche nach Meteoren. Wir entdeckten einige lange Streifen am Nachthimmel, vermutlich kleine Stücke von Asteroiden oder Kometenmüll, die in der Marsatmosphäre verglühten. Doch unsere Langzeitaufnahmen zeigten auch eine riesige Zahl von Bildfehlern und künstlichen Streifen, wohl hervorgerufen durch kosmische Strahlung. Diese ist auf der Marsoberfläche viel intensiver als auf der Erde, weil der Mars kein abschirmendes Magnetfeld besitzt. In einigen der von uns aufgenommenen Astrofotos gehen 99 Prozent des abgebildeten »Lichts« auf das Konto von energiereichen kosmischen Partikeln, die zufällig den Kameradetektor trafen.

NASA, JPL / CORNELL U.

Dies ist die erste Aufnahme im sichtbaren Spektralbereich, die eine außergalaktische Lichtquelle zeigt, wie sie von der Oberfläche eines anderen Planeten erscheint. Der verschwommene Fleck auf diesem lang belichteten Foto ist die Große Magellansche Wolke. Spirits Kameras fingen die Szene am 16. Dezember 2005 ein.

Die Sonne als Winzling

Schließlich fotografierten wir den Dämmerungshimmel auf dem Mars mit den Kameras beider Rover, Spirit und Opportunity. Dabei gelangen uns spektakuläre Aufnahmen von Sonnenauf- und -untergängen. Sie sind nützlich, um die Verteilung des Staubs in der Atmosphäre zu untersuchen, aber auch wunderschön anzuschauen. Als wir die ersten Sonnenuntergänge auf dem Mars fotografierten, war ich verblüfft – unser Zentralstern über dem Horizont erschien zu klein. Dann erinnerte ich mich daran, dass das ja seine Richtigkeit hat: Der Mars ist anderthalbmal so weit von der Sonne entfernt wie die Erde.

Gegen Ende des letzten Jahres begegneten sich Erde und Jupiter (mit scheinbaren Helligkeiten von –2,9ter und –1,4ter Größe) in der Morgendämmerung am östlichen Himmel über dem Meridiani Planum, wo sich Opportunity aufhält. Wir fotografierten dieses Ereignis mit den Kameras des Gefährts. Was für ein Erlebnis, von der Oberfläche eines fernen Planeten jene Welt aufzunehmen, auf der man selbst lebt!

Die Marsrover haben alle Erwartungen bei Weitem übertroffen. Astrofotografie mit ihnen betreiben zu können, war ein unerwartetes und wundervolles Zusatzprogramm. Wir werden noch lange brauchen, um die Aufnahmen wissenschaftlich auszuwerten. Doch schon jetzt haben sie uns eine Ahnung davon vermittelt, welch überwältigender Anblick auf die künftigen Marsastronauten wartet. <<

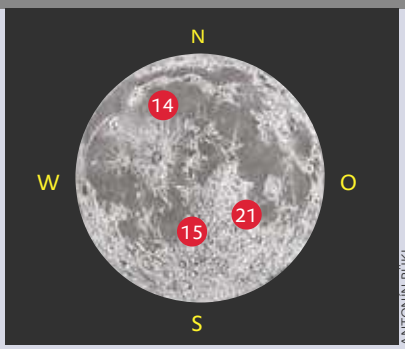
Jim Bell ist Astronom an der Cornell University in Ithaca, New York. Er leitet das Mars Exploration Rover Pancam Team und hätte sich nie träumen lassen, jemals ein Observatorium auf einem anderen Planeten zu betreiben.

Halbkrater

Nicht jeder Mondkrater hat einen vollständigen, kreisrunden Wall.

>> Charles A. Wood

So finden Sie die Halbkrater



ANTONIN RUKL

Beste Beobachtungszeiten: Sinus Iridum: 17.10., 3.11. und 16.11. 2006, Rupes Recta: 30.10. und 14.11. 2006, Fracastorius: 27.10., 10.11. und 28.11. 2006

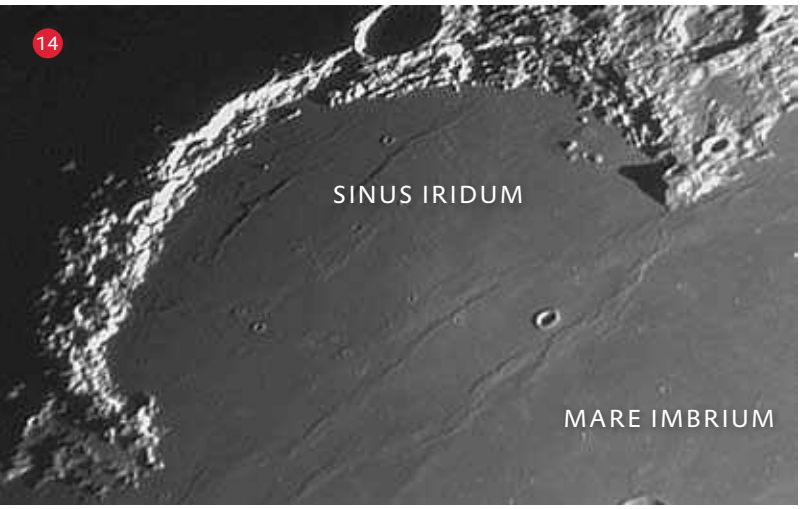
Die meisten Mondkrater sind rund und haben auffällige Wälle, die sie begrenzen – wahrscheinlich sehen sie genau so aus, wie Sie sich einen typischen Krater vorstellen. Aber es gibt auch eine überraschend große Zahl von Exemplaren mit unvollständigem Rand. Sie ähneln eher riesigen, halb offenen römischen Theaterruinen. Einer der auffälligsten dieser »Halbkrater« ist Sinus Iridum, die Regenbogenbucht (L14 in meiner Lunar-Top-100-Liste). Ihren Namen erhielt diese Landmarke im Jahr 1651 von P. Giovanni Riccioli. Er übersah jedoch, dass diese weite »Bucht« in Wirklichkeit ein großer Krater ist, dem die Südhälfte seines Walls fehlt. Besonders beeindruckend wirkt sie, wenn sie als »Goldener Henkel« aus der Finsternis aufragt (siehe Glanzlichter, S. 68).

Vielleicht sollten wir Sinus Iridum im Folgenden treffender »Jura-Krater« nennen, denn die Juraberge (Montes Jura) sind der verbleibende Rand dieses 260 Kilometer weiten Einschlagkraters, der am nordwestlichen Ufer des Imbriumbeckens liegt. Doch was ist eigentlich mit dem Südrand passiert? Der Jura-Krater bildete sich auf einer geneigten Oberfläche, die zur Mitte des Iridumbeckens hin abfällt. Darum war er wahrscheinlich ebenfalls von Beginn an geneigt. Später durchbrachen Lavaströme den Boden des Mare Imbrium und füllten das Becken allmählich. Schließlich überflutete die Lava auch den Südrand des Jura-Kraters. Das muss ein atemberaubender Anblick gewesen sein: Stellen Sie sich einen Wasserfall glühend heißer, roter Lava vor, der über den Wall strömt und erst den Boden und dann den Südrand überschwemmt.

Doch wenn Sie sich die Ausläufer des Jura-Kraterrands anschauen, dann werden Sie bemerken, dass diese nicht sanft

Lunar Top 100 (AH 7-8/2004, S. 54)

- 14 **Sinus Iridum:** »Jura-Krater«, sehr großer Krater, untere Hälfte des Walls fehlt
- 15 **Rupes Recta (Lange Wand):** bestes Beispiel einer Verwerfung
- 21 **Fracastorius:** Krater mit überflutetem Boden und Rille



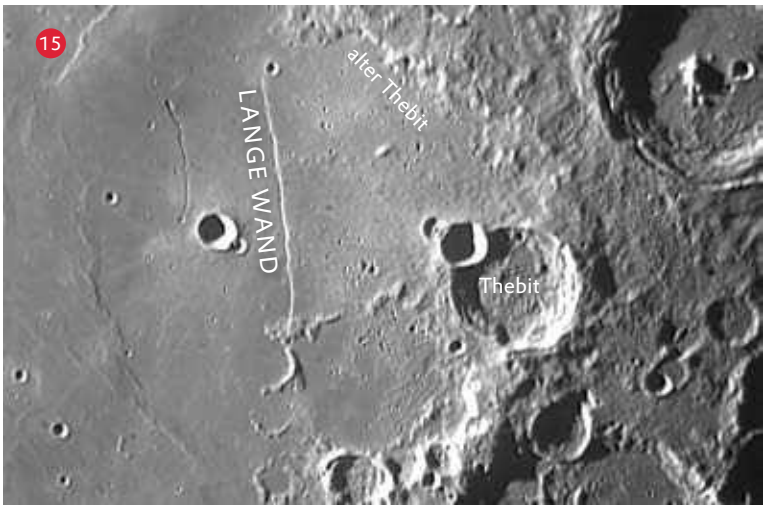


FOTO LINKS: ERIC ROEL; RECHTS: CRAIG ZERBE

Mondruinen Sinus Iridum (links) ist einer der auffälligsten Halbkrater. Zwischen den Ausläufern des alten Thebits (Mitte) verläuft die Lange Wand. Bei Fracastorius (rechte Seite) ist die ursprüngliche Form noch fast vollständig zu erkennen.

zum Mare hin abfallen, sondern gleichsam wie riesige Pfeiler von der Oberfläche aufragen. Das Verschwinden des südlichen Rands lässt sich nicht allein mit seiner Überflutung erklären. Wir wissen aber, dass sich Einschlagkrater in der Mitte absenken, wenn sie sich mit Lava füllen. Achten Sie zum Beispiel auf die konzentrischen Rillen nahe Archimedes am gegenüberliegenden Rand des Mare Imbrium, wo die Lavadecke zerbrach, als das Zentrum des Beckens absackte. Ähnliche Biegungsrillen können Sie an den Rändern der Mondmeere Serenitatis, Tranquillitatis, Nectaris und Humorum beobachten.

Lavamassen verformten die Krater

Zusätzlich zu den Verbiegungen an den Mare-Rändern haben sich die Zentren mancher Becken entlang kreisförmiger Verwerfungen abgesenkt, die jetzt mit Lava bedeckt sind. Die fünfzig Kilometer breite Bank am Ufer des Mare Crisium ist ein Beispiel für einen Ort, an dem solch eine Störung zwar verborgen, aber gut nachzuweisen ist. Das Radar von Apollo 17 enthüllte eine Struktur, die das Zentrum von Crisium 1,4 Kilometer unter das Niveau der ringförmigen Bank absinken ließ. Ich vermute nun, dass ein ähnlicher Vorgang im Jura-Krater den südlichen Wall absenkte und die Mitte von Imbrium um ungefähr einen Kilometer absacken ließ.

Gibt es irgendwelche anderen Halbkrater, die von einer Verwerfung durchschnitten sind? Ein sehr guter Kandidat ist die namenlose Formation, die von der Langen Wand (Rupes Recta, L15) wie von einer Bogensehne durchschnitten wird. Ich bezeichne diese Landmarke gerne als »alten Thebit« nach dem Krater Thebit, dem größten, der den Wall durchbricht. Sie ist nicht viel schwieriger zu finden als der Jura-Krater.

Fangen Sie mit Kap Taenarium an, das jenseits des Nordendes der Langen Wand liegt. Von diesem Vorgebirge ausgehend krümmt sich der Rand des alten Thebit südöstlich in Richtung des 57 Kilometer breiten Kraters Thebit. Südlich davon ist sein Verlauf weniger gut zu verfolgen, da die Gegend dort mit kleineren Kratern übersät ist. Der gebogene Mare-Rücken, der den Kraterrand im Mare Nubium fortsetzt, spricht ebenfalls für die Existenz des 250 Kilometer breiten, halb überfluteten alten Thebits. Er bildete sich auf der geneigten Kante des Nubium-Einschlagbeckens. Später bedeckte Mare-Lava seinen westlichen Rand. Doch in diesem Fall ist die Verwerfung, die seine Westhälfte absenkte, deutlich sichtbar: Es ist die Lange Wand.

Kleinere Krater erlitten ein ähnliches Schicksal wie der alte Thebit und der Jura-Krater. Fracastorius (L21) entstand genau auf dem Hauptrand des Nectaris-Beckens. Er ist zur Beckenmitte hin geneigt und seine Wälle fallen zum Mareboden hin ab. Wenn Sie sorgfältig durch Ihr Teleskop blicken, dann sehen Sie eine kleine Verwerfung in Fracastorius, die durch die Kratermitte verläuft und auf einer Linie mit dem Nectaris-Kraterrand liegt. Sie können außerdem die Reste des Nordwalls sehen. Fracastorius ist ein hübscher Dreiviertel-Krater. <<

Charles A. Wood betreut die Website mit dem Mondfoto des Tages (www.lpod.org) und ist der Autor der »Lunar 100 Card«.

GIORGIO MENGOLI

ASTRONOMIE HEUTE

PRÄMIERTES WISSEN

Gewinnen Sie einen neuen Leser für ein Jahresabonnement von ASTRONOMIE HEUTE – und sichern Sie sich eine attraktive Dankesprämie nach Ihrer Wahl!

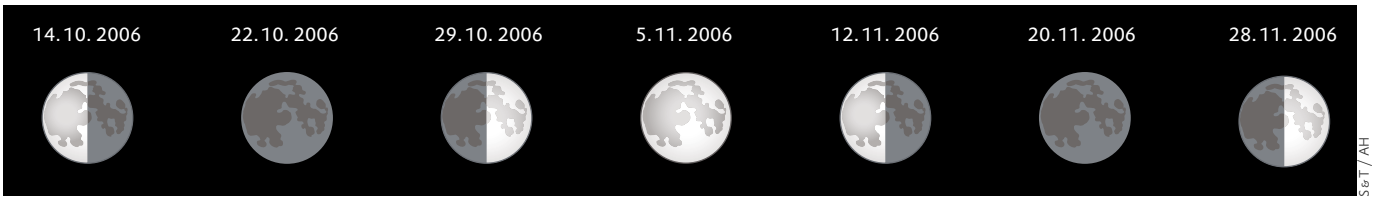
512 MB USB 2.0 Stick

Universalgutschein BestChoice über 30 €, einlösbar bei bis zu 100 Anbietern. Umtausch gegen Bargeld ist ausgeschlossen.

Himmelsset für den Hobbyastronomen mit Sternkartenbuch, Sternführer, drehbarer Sternkarte und Rotlicht-Taschenlampe

Jahresabo spektrum**direkt.** Die tägliche Wissenschaftszeitung im Internet mit über 12000 Archivartikeln und vielen Links

Bestellen können Sie über den Beihefter, unter der Verlagsadresse, per Telefon: 06221 9126-743, per Fax: 06221 9126-751 oder unter:
www.astronomie-heute.de/abo



S&T / AH

Kreuzfahrt durch das Meer der Sterne

Diesen Monat ist es vor allem für Beobachter in der Stadt eine Herausforderung, die schwachen Wassersternbilder zu finden.

>> Fred Schaaf

Letzten Monat besuchten wir unter anderem die beiden Herbststernbilder Steinbock (»Capricornus«, früher auch als Seeziege bekannt) und Wassermann (»Aquarius«, Aqr). Beide gehören zu den Tierkreiszeichen. Sie haben eine Eigenschaft mit mehreren anderen Sternbildern gemeinsam, die im November Richtung Süden stehen: Sie sind nicht nur sehr ausgedehnt und enthalten ausschließlich leuchtschwache Sterne, sondern sie repräsentieren auch Lebewesen aus dem Wasser. Daher wird dieser Bereich des Himmels gelegentlich als feucht, nass oder sogar als Meer beschrieben – je nachdem, wie poetisch der jeweilige Betrachter gerade gestimmt ist.

Neben dem Steinbock und dem Wassermann bevölkern noch der südliche Fisch (»Piscis Austrinus«, PsA), die Fische (»Pisces«, Psc) und der Wal (»Cetus«) diesen Ozean. Sie befinden sich allesamt unterhalb des großen Herbstvierecks im Pegasus und stehen am Abend hoch im Süden. Der Delfin (»Delphinus«) und der Fluss Eridanus sind ebenfalls Sternbilder mit Bezug zum Wasser, liegen aber etwas weiter entfernt.

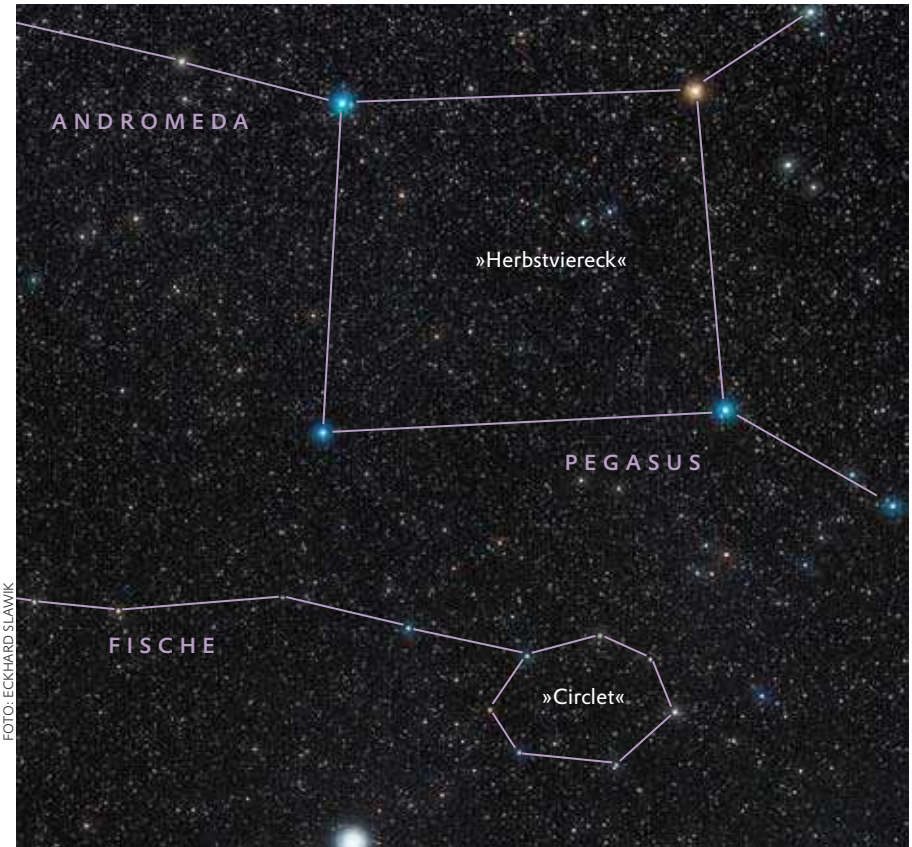


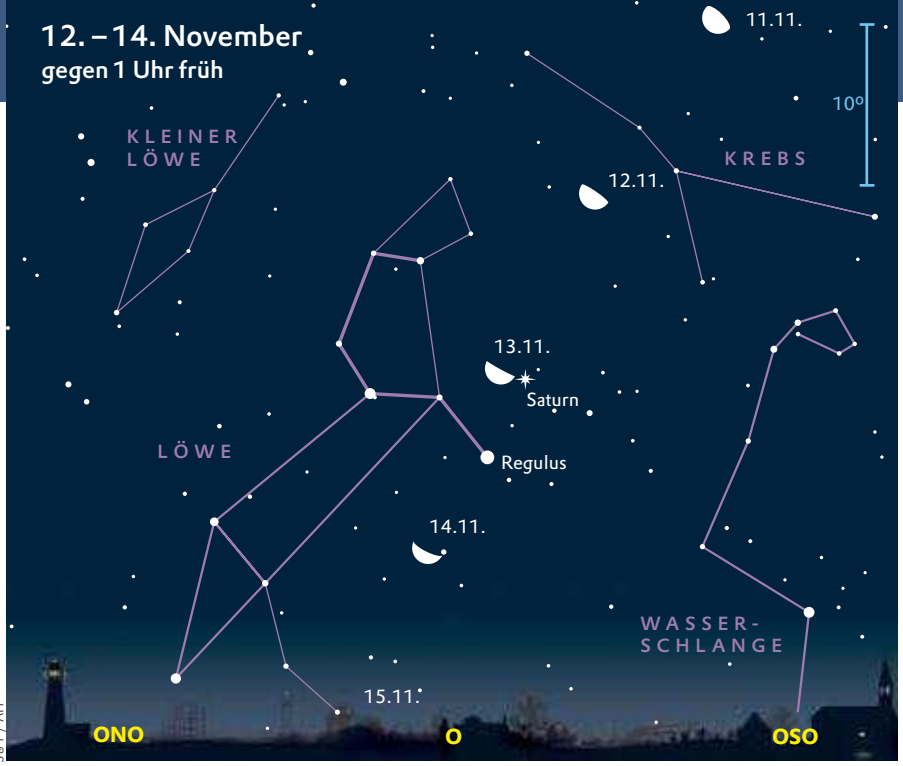
FOTO: ECKHARD SLAWIK

Unterhalb und links des großen Herbstvierecks finden Sie das Sternbild Fische. Es stellt zwei Fische dar, deren Schwanzflossen durch einen Knoten miteinander verbunden sind. Auffällig ist die Form des südwestlichen Fischs: Direkt unterhalb des Herbstvierecks sind seine Sterne ringförmig angeordnet. Vor allem im englischen Sprachraum wird das einprägsame Sternmuster als Circlet (kleiner Kreis) bezeichnet, einen deutschen Namen gibt es nicht.

Noch tiefer im Süden schwimmt der Wal. Er besitzt an jedem Ende einen helleren Stern. Den Schwanz symbolisiert der Stern 2. Größe Beta Ceti, der auch Diphda oder Deneb Kaitos genannt wird. Den Kopf markiert Menkar (Alpha Ceti, α Cet). Ein dritter Stern wird zeitweise fast so hell wie diese beiden: Mira – die Wunderbare – ist Namensgeberin einer ganzen Gruppe von veränderlichen Sternen. Leider ist sie zurzeit weit von ihrem Helligkeitsmaximum entfernt.

Ganz tief im Süden, neben dem Wal und unterhalb des Circlets, liegt noch ein weiterer Fisch. Aber der südliche Fisch bietet ziemlich wenig, mit Ausnahme seines 1. Größe hellen Hauptsterns Fomalhaut (Alpha Piscis Austrini, α PsA). Der Name Fomalhaut stammt aus dem Arabischen und bedeutet Fischmaul.

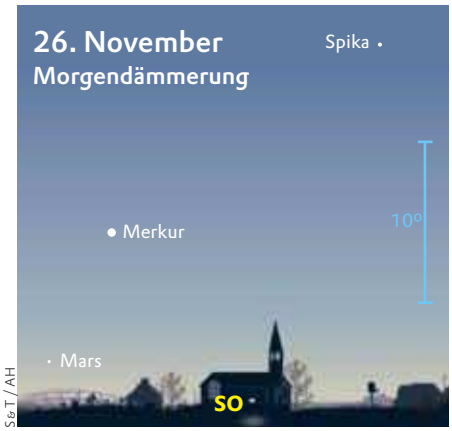
Unterhalb des Herbstvierecks oder Pegasusquadrats formen einige Sterne einen Kreis (englisch: Circlet), der einen Fisch markiert.



S&T / AH

Saturn bildet mit Regulus

zur Monatsmitte ein auffälliges Paar (links). Ende November können Sie Mars und Merkur etwa vierzig Minuten vor Sonnenaufgang am Südosthorizont erspähen (unten).



S&T / AH

Planeten im November

Gegen Ende November taucht Merkur aus der Morgendämmerung auf (Grafik oben rechts). Bereits etwas früher, am 8. und 9. November, zieht der Planet vor der Sonne vorbei. Mit einem geeigneten Sonnenfilter vor dem Teleskop können Beobachter in Nord- und Südamerika sowie in Ostasien, Australien und der Antarktis den Transit verfolgen. In Europa ist der kleine Punkt, der vor der riesigen Sonnenscheibe vorbeizieht, leider nicht sichtbar, da dieses Ereignis hier nachts stattfindet. Das Spektakel dauert insgesamt fünf Stunden und wird bis zum 9. Mai 2016 der letzte Merkurtransit sein. Dafür können wir im Juni 2012 einen Venustransit verfolgen.

Venus verbirgt sich ebenso wie Mars und Jupiter im hellen Licht der Sonne. Alle drei sind diesen Monat nicht sichtbar.

Mars stand im Oktober direkt hinter der Sonne und ist nur kurz in der Morgendämmerung unterhalb von Merkur zu sehen.

Saturn geht Anfang des Monats gegen Mitternacht auf, gegen Monatsende schon um 22 Uhr. Er steht über oder rechts oberhalb von Regulus (Alpha Leonis, α Leo), dem Stern im Herzen des Löwen (Leo), und scheint sogar ein wenig heller als dieser (Grafik oben links). Allerdings wirkt er nicht so hell wie in den letzten Jahren, da seine Ringe weniger stark in unsere Richtung geneigt sind. Er bietet trotzdem einen schönen Anblick im Teleskop, wenn Sie ihn in den frühen Morgenstunden beobachten, solange er noch sehr hoch im Süden steht.

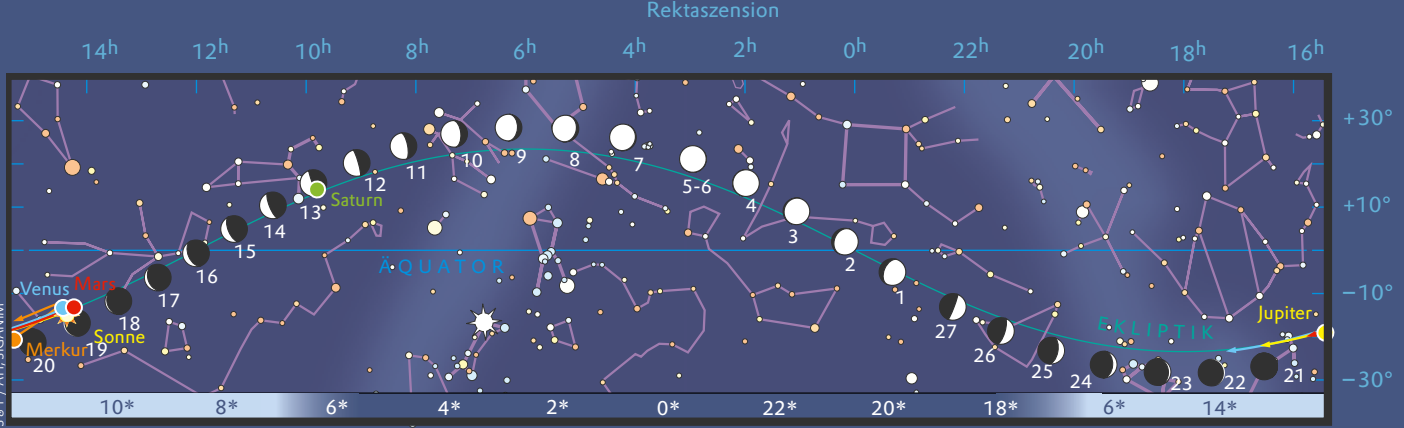
Der Mond wandert zwischen Saturn und Regulus am Morgen des 13. November hindurch. In der Morgendämmerung des 18. November geht seine sehr dünne Sichel deutlich rechts oberhalb von Merkur, etwas unterhalb von Spika, auf.

Früh am Morgen des 18. November gibt es noch ein Aktivitätsmaximum der Leoniden-Meteore. Allerdings werden hauptsächlich kleine Teilchen in der Atmosphäre verglühen, sodass die Meteore nicht sehr hell sind. <<

Das Monatspanorama zeigt die Phasen und Positionen des Monds vom 1. bis zum 27. November. Die Pfeile kennzeichnen die Bewegungen von Sonne und Planeten vor den Fixsternen von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die ungefähre Ortszeit an, wenn der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

Fred Schaaf taucht immer wieder gerne in die Welt der Sterne ein.

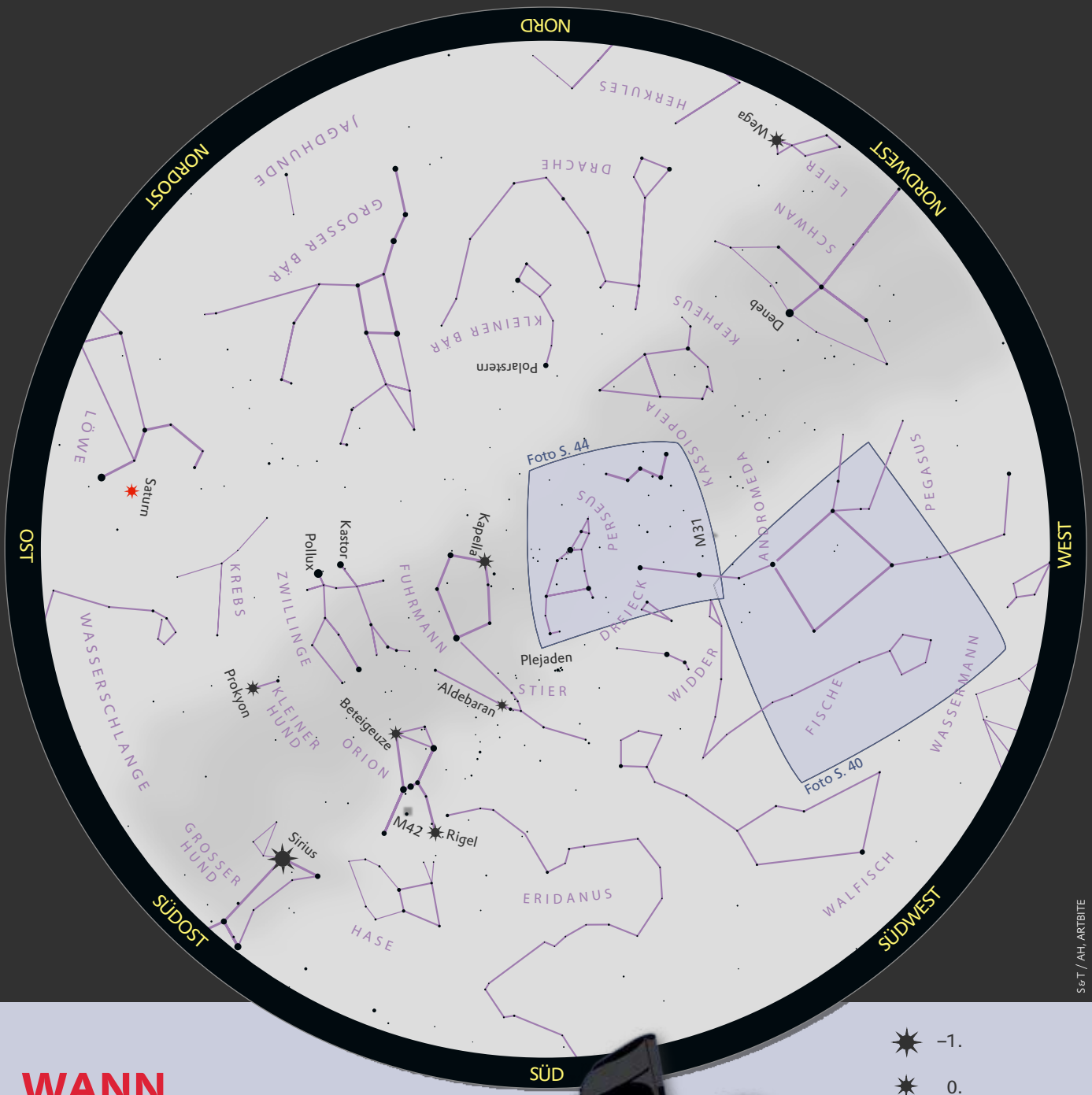
Der Mond und die Planeten im November 2006



S&T / AH, SIGANIM

Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.

STERNTAFEL



S&T / AH, ARTBITE

WANN

Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

Ende Oktober:	**3 Uhr°**
Ende November:	**Mitternacht***
Ende Dezember:	**22 Uhr***

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

S&T

–1.
0.
1.
2.
3.
4.
5. Größenklasse

WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmelsausschnitt, der sich Ihnen zu den in der Leiste (ganz oben) angegebenen Uhrzeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder, Namen der hellen Sterne und Fotos oder Detailkarten in diesem Heft. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen direkt über dem Horizont. Die im Zentrum der Karte dargestellten Sterne befinden sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Das »Herbstviereck« des Pegasus steht auf einer seiner Ecken hoch am Westhorizont. Vom gegenüberliegenden Eckpunkt aus streckt sich Andromeda steil nach oben Richtung Zenit – ihrem sagenhaften Retter Perseus entgegen.

Von diesem in Richtung des Südosthorizonts sind die hellen Sterne der Wintersternbilder vollzählig versammelt. Saturn ist mittlerweile im Osten aufgegangen.

Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Alpennähe sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.

Wissen aus erster Hand

spektrumdirekt
Die Wissenschaftszeitung im Internet

Die Redaktion von spektrumdirekt informiert Sie online schnell, fundiert und verständlich über den Stand der Forschung.

www.spektrumdirekt.de/info

FELDSTECHERTIPP

Algol: teuflisches Vergnügen

Unsere Ahnen hatten uns einiges voraus. Wahrscheinlich wussten sie schon vor Jahrtausenden, dass mit diesem Stern etwas nicht stimmt, und sahen Böses in seiner Erscheinung. So wurde er im arabischen Raum auch ras-al-ghûl genannt, der Kopf des Dämons. In der westlichen Welt steht diese Sonne für den abgeschlagenen Kopf der Medusa, den der griechische Sagenheld Perseus in seiner Hand hält. Und auch heute noch hat sie den Beinamen Dämonenstern oder Teufelsstern (AH 11/2005, S. 28).

Die Rede ist von Algol (Beta Persei, β Per), dem berühmten Veränderlichen im Sternbild Perseus, einem Mehrfachsystem in 96 Lichtjahren Entfernung. Die Bahnebene der sich umkreisenden Sonnen liegt von der Erde aus betrachtet gerade so, dass die schwächere Komponente regelmäßig vor Algol vorüberzieht und seine Helligkeit sich dadurch deutlich von 2,1te auf 3,4te Größe verringert.

Danach können Sie Ihre Uhr stellen! Denn dieser Vorgang wiederholt sich präzise alle 68 Stunden, 48 Minuten und 56 Sekunden. Das Minimum hält über neun Stunden an, anschließend steigt die Helligkeit Algols wieder auf seinen ursprünglichen Wert. Im Feldstecher können Sie diesen Wandel gut verfolgen. Als Vergleichsstern bietet sich Gorgonae Tertia (Rho Persei, ρ Per) an, der gut zwei Grad südlich von Algol mit 3,4ter Größe so hell leuchtet wie dieser während seines Minimums.

Stellen Sie dafür Ihren Feldstecher unscharf, sodass Sie anstatt eines Lichtpunkts eine kleine Scheibe sehen. Jetzt können Sie die Helligkeit der Sonnen besser miteinander vergleichen! Auf der Webseite unserer S&T-Kollegen können Sie sich jederzeit unter http://skytonight.com/observing/objects/variablestars/3304096.html die kommenden Minima anzeigen lassen.

Nehmen Sie sich doch an einem klaren Herbstabend einige Stunden Zeit für diese Sonne, die schon unsere Vorfahren beschäftigt hat. Dabei wünsche ich Ihnen ein teuflisches Vergnügen.

>> Lambert Spix

Genickstarre garantiert!

Perseus steht in den Herbstnächten hoch am Himmel und bietet eine Menge für Geräte jeder Größe.

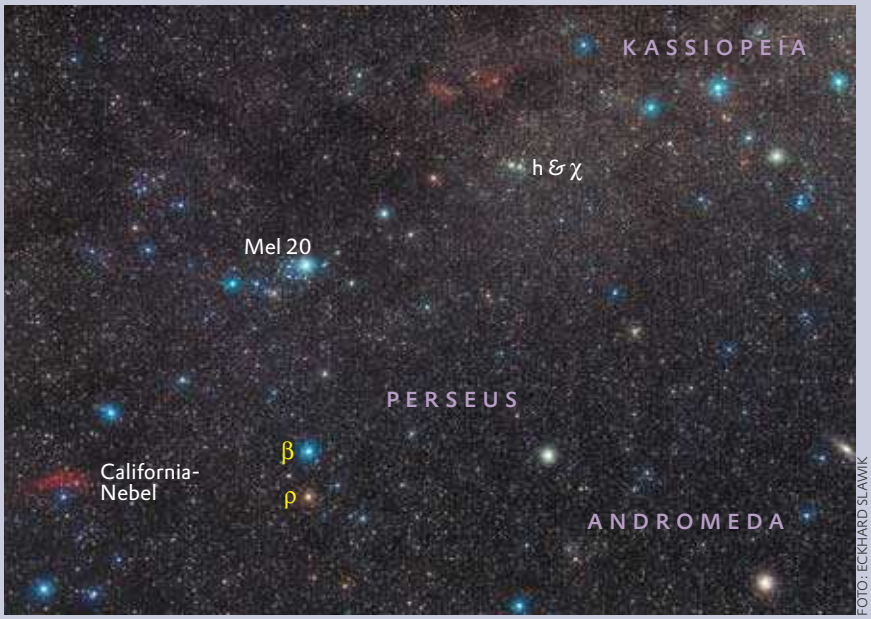
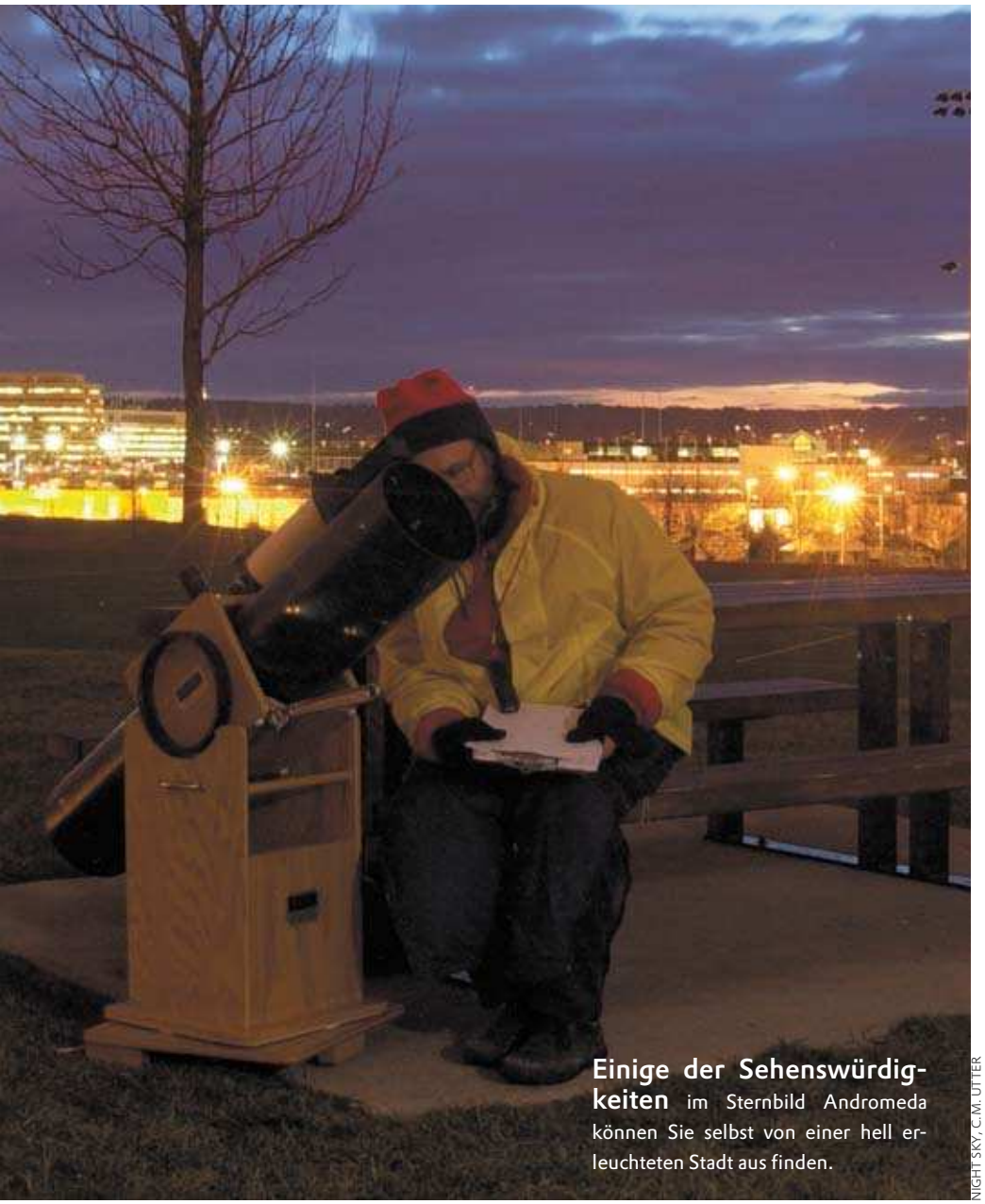


FOTO: ECKHARD SLAWIK

Oben bei Andromeda

Verpassen Sie die hellen Deep-Sky-Objekte nicht, die an späten Herbstabenden den Zenit kreuzen. **>> Sue French**



Einige der Sehenswürdigkeiten im Sternbild Andromeda können Sie selbst von einer hell erleuchteten Stadt aus finden.

NIGHT SKY, C.M. UTTER

Als Erdenbürger leben wir am Rand einer recht großen Spiralgalaxie – der Milchstraße. Unser nächster Nachbar ist die Andromeda-Galaxie (M31), ein noch gewaltigerer und massereicherer Spiralnebel. Sie ist auch das entfernteste Objekt, das ohne optische Hilfsmittel noch einigermaßen zu erkennen ist – so weit weg, dass ihr Licht bei einer Geschwindigkeit von fast 300 000 Kilometern pro Sekunde 2,6 Millionen Jahre benötigt, um unser Auge zu erreichen. Doch in galaktischen Maßstäben ist das gerade um die Ecke.

Fast jeder, der vom Nachthimmel fasziniert ist, kennt Fotos von Spiralgalaxien mit ihren wunderschön gewundenen Armen. Einen solchen Anblick bieten sie, wenn man sie senkrecht von oben betrachtet. Doch da sie tatsächlich einer ziemlich flachen Scheibe gleichen, verändert sich ihre Form mit dem Blickwinkel des Betrachters.

Eine fliegende Untertasse im Stil der 1950er Jahre, auf deren Ober- und Unterseite ein Spiralmuster aufgemalt ist, liefert dafür ein brauchbares Modell. Betrachten Sie sie von oben, so haben Sie die Spiralarme voll im Blick: Ihre »Galaxie« erscheint rund. Je weiter Sie diese kippen, desto ovaler wird ihr Profil. Von der Seite betrachtet erscheint Ihre »Untertassen-Galaxie« flach, mit einem Wulst in der Mitte. Da wir auch auf die Andromeda-Galaxie im schrägen Winkel blicken, zeigt sie sich uns als lang gestrecktes Oval. Zur jetzigen Jahreszeit steht das Sternbild Andromeda günstig am Abendhimmel und bietet sich dem irdischen Betrachter optimal dar.

NIGHT SKY / AH

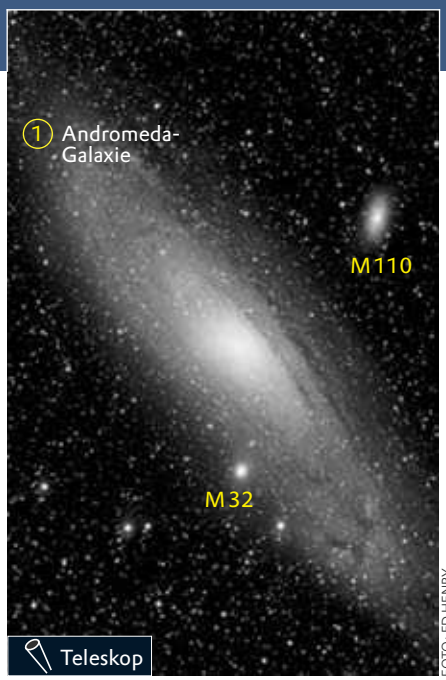


FOTO: ED HENRY

Im Spätherbst finden Sie die Objekte dieses Artikels leicht mit Hilfe der Karte (oben). Im Teleskop erkenn Sie auch die Begleiter der Andromeda-Galaxie (rechts).

Wollen Sie die Andromeda-Galaxie 1 finden, treten Sie abends vor die Tür und halten Sie hoch im Süden Ausschau nach dem auch als Pegasusquadrat bekannten Herbstviereck. In dessen linker oberer Ecke strahlt der bereits zum Sternbild Andromeda gehörige Alpheratz. Er zeichnet mit zwei vergleichbar hellen Sternen eine gebogene Linie in den Himmel, die sich vom Herbstviereck aus nach links oben zieht. Der mittlere Stern heißt Mirach. Von hier aus sehen Sie rechtwinklig nach oben zu den Sternen My (μ) und Ny (ν, siehe Karte oben). Die Andromeda-Galaxie liegt knapp rechts von Ny. Wenn Sie ihn erkennen können, sollten Sie auch die Galaxie als blass leuchtendes Oval ausmachen. Alternativ finden Sie sie, indem Sie sich eine Linie von Mirach zu My denken und diese nochmals um die gleiche Strecke verlängern.

Eine Galaxie für den Feldstecher

Wenn der Himmel über Ihnen zu hell ist, um die Galaxie mit dem bloßen Auge aufzuspüren, dann versuchen Sie es mit einem Feldstecher. Sie werden ein leuchtendes, zum Zentrum hin heller werdendes Oval erkennen. Bei einem typischen Vorstadthimmel sollte es doppelt so groß wie der Vollmond erscheinen. Bei dunklem Himmel erweitert sich der Nebel, sodass die Galaxie bis zu dreimal so lang gestreckt erscheint.

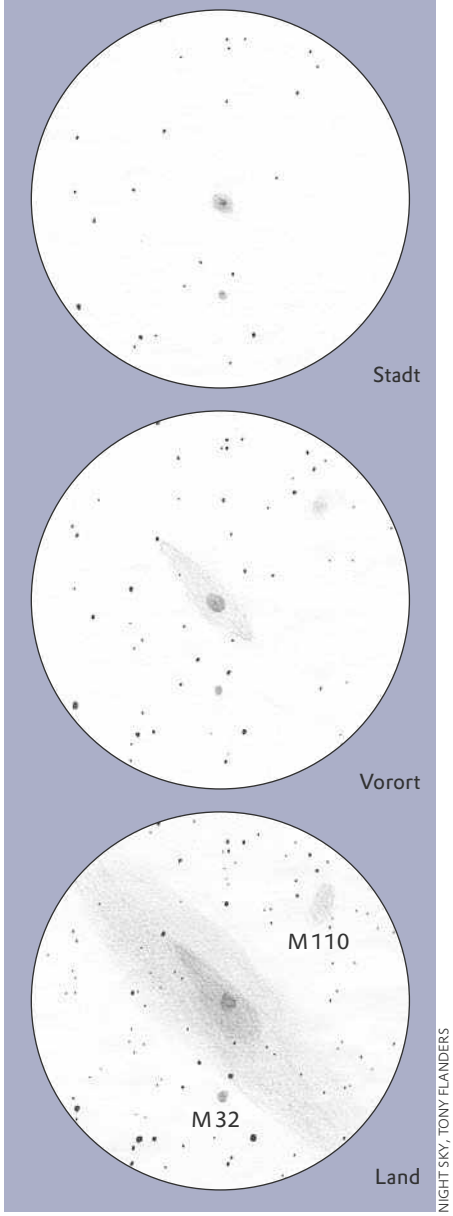
In einem Fernglas können Sie die gesamte Andromeda-Galaxie überschauen, im Teleskop ist das kniffliger: Mit meinem Vier-Zoll-Refraktor (zehn Zentimeter) füllt sie bei lediglich 17-facher Vergrößerung bereits fast das gesamte Sichtfeld, bei 47-facher Vergrößerung sprengt sie es. Diese prächtige Galaxie besteht aus einem kleinen, runden, hellen inneren Kern, umhüllt von einem zu seinen Rändern hin sanft ausbleichenden äußeren Kern. Ihr Zentralbereich ähnelt einem verschwommenen Stern.

Große Galaxien haben oft kleinere in ihrer Umgebung. Zwei solche Begleiter des Andromedanebels lassen sich bei schwacher Vergrößerung im gleichen Sichtfeld aufspüren. Der größere ist seit dem 18. Jahrhundert als M 32 bekannt – nach dem Katalog des französischen Astronomen Charles Messier, in dem er als 32. Objekt aufgelistet ist.

M 32 liegt südlich vom Zentrum der Andromeda-Galaxie direkt an ihrem Rand. Bei einigermaßen dunklem Nachthimmel ist M 32 im Feldstecher zu sehen, doch nur als winziger Punkt, fast so, als sei es ein Stern. Durch meinen kleinen Refraktor erscheint die Galaxie bei 47-facher Vergrößerung als kleiner, runder und zur Mitte hin hellerer Fleck. >

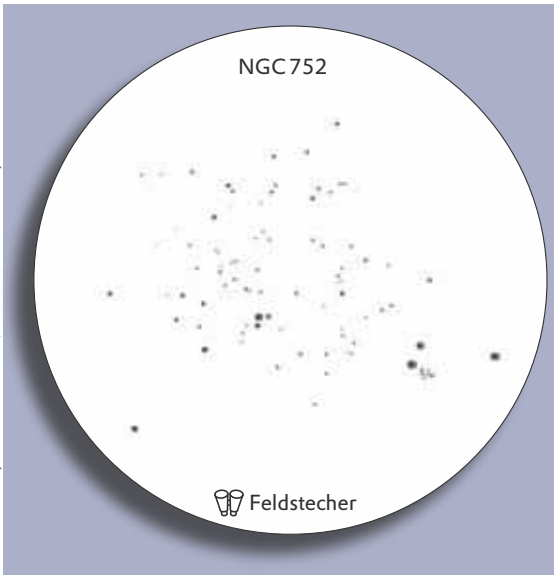
Diese Skizzen zeigen die Andromeda-Galaxie durch ein 2,8-Zoll-Teleskop (sieben Zentimeter) bei dreißigfacher Vergrößerung, das in einem Stadtpark (oben), in einem Vorort (Mitte) und auf dem Land (unten) aufgestellt ist.

Dreimal die Andromeda-Galaxie



NIGHT SKY, TONY FLANDERS

ZEICHNUNGEN: JAAKKO SALORANTA; FOTO: TIM HUNTER UND JAMES MCGAHA



In einem 15×70-Großfernglas sieht NGC 752 so aus wie auf dieser Zeichnung des finnischen Sternguckers Jaakko Saloranta.

Prächtige Faben zeigt diese Fotografie des Sternhaufens NGC 752 von Tim Hunter und James McGaha.

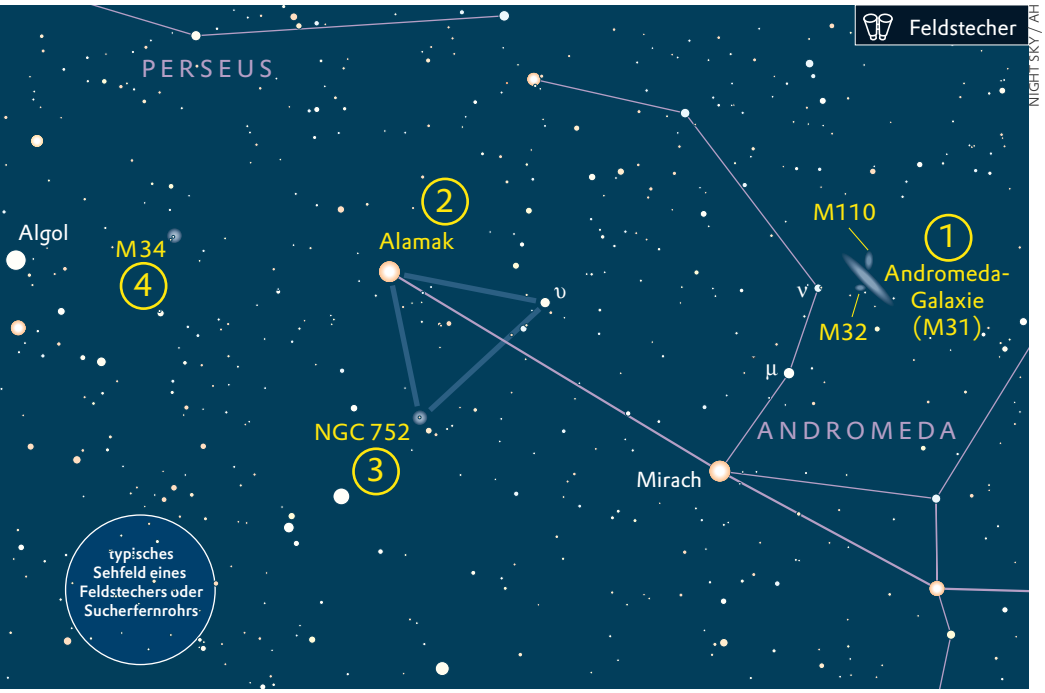
> Der zweite Begleiter der Andromeda-Galaxie heißt M 110 und ist eine echte Herausforderung. An einem nicht lichtverschmutzten Himmel können Sie ihn mit einem Feldstecher erkennen, doch im Vergleich zu M 32 ist er viel lichtschwächer. M 110 liegt auf der entgegengesetzten Seite der Andromeda-Galaxie und ist von deren Zentrum anderthalbmal so weit entfernt wie M 32. Bei 47-facher Vergrößerung erscheint M 110 in meinem Refraktor als hauchdünner, ovaler Nebel, dreimal so breit und mehrfach so lang wie M 32. Zum Zentrum hin nimmt seine Leuchtkraft nur geringfügig zu.

Sie fragen sich vielleicht, warum die Messierzahl von M 110 so viel höher ist als die seiner unmittelbaren Nachbarn M 31 und M 32. Charles Messier hatte die Galaxie bereits im Jahr 1773 entdeckt, doch nie in seinen Katalog aufgenommen. M 110 gehört zu den Objekten, die in Messiers Notizen oder den Briefen seines Kollegen Pierre Méchain erwähnt und von späteren Astronomen hinzugefügt wurden. M 110, das letzte Objekt dieser Liste, ist bereits auf einer Zeichnung dieser Galaxiengruppe zu finden, die Messier im Jahr 1807 veröffentlichte.

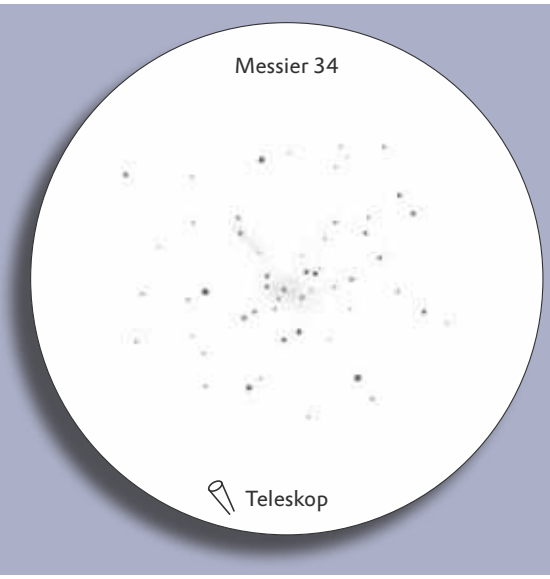
Wenden wir uns nun Alamak ❷ zu, dem letzten Vertreter des Drei-Sterne-Bogens in Andromeda und einem der schönsten Doppelsterne am Nachthimmel! Mein Vier-Zoll-Refraktor zeigt bei 87-facher Vergrößerung einen wunderbar golden leuchtenden Stern mit einem schwächeren, bläulich gefärbten Begleiter. Die beiden Farben zeugen von unterschiedlichen Oberflächentemperaturen. Der goldene Stern ist etwas kühler als unsere Sonne, der blaue hingegen viel heißer. Trotz seiner relativ niedrigen Temperatur leuchtet der goldene Stern viel heller, denn seine gigantische Oberfläche setzt 1500-mal so viel Licht frei wie unsere Sonne. Im Zentrum unseres Planetensystems würde dieser Gigant fast bis zur Umlaufbahn des Merkurs reichen. Sein blauer Begleiter besteht in Wirklichkeit aus drei Sternen, die zu nahe beieinander liegen, um von einem kleinen Teleskop getrennt abgebildet zu werden zu können.

Die Farbwahrnehmung variiert beträchtlich von Mensch zu Mensch. So beschrieb der berühmte britische Astronom William Henry Smyth im 19. Jahrhundert die Sterne des Alamak als orangefarben und smaragdgrün. Welche Farben erkennen Sie?

Als Nächstes suchen Sie den Stern Ypsilon (υ) Andromedae im mittleren Bereich der Karte. Er liegt etwa auf zwei Fünftel der Strecke von Mirach bis Alamak etwas oberhalb einer gedachten Linie zwischen den beiden Sternen. Alamak und Ypsilon bilden ein nahezu



Alle benannten Objekte sind leicht mit dem Feldstecher zu finden. Um Alamak als Doppelstern zu sehen, benötigen Sie jedoch zumindest ein kleines Teleskop.



Jaakko Saloranta benutzte für diese Zeichnung von Messier 34 ein Achtzig-Millimeter-Teleskop bei 64-facher Vergrößerung.

gleichseitiges Dreieck mit einem sehenswerten Sternhaufen weiter südlich mit der Bezeichnung NGC752 ❸. Bei den meisten Feldstechern passen alle drei Objekte in ein Sichtfeld. Durch ein 10×50-Fernglas etwa sind zwischen zehn und zwanzig Sterne auszumachen, je nachdem wie dunkel Ihr Himmel und wie stabil gelagert Ihr Fernglas ist. Die Sterne sind hier locker über die Fläche von fast zwei Vollmondscheiben gestreut.

Haufenweise Sterne

Wegen seiner enormen Ausdehnung lässt sich NGC752 am besten durch ein kleines Teleskop bei niedriger bis mittlerer Vergrößerung betrachten. Bei 68-fach zähle ich durch meinen Vier-Zoll-Refraktor etwa einhundert recht helle bis sehr schwache Sterne. Das hellste Mitglied dieses Haufens ist goldfarben. Viele sind jedoch ziemlich blass, sodass der Beobachter unter einem lichtverschmutzten Vorstadthimmel mindestens die Hälfte davon nicht farbig sehen wird. Der farbenfreudige Doppelstern 56 Andromedae liegt knapp seitlich dieses Sternhaufens. Er setzt sich aus einem tiefgelben und einem geringfügig dunkleren orangefarbenen Stern zusammen, die so weit auseinanderliegen, dass sie sich bereits mit einem Feldstecher gut auflösen lassen.

NGC752 ist ein offener Sternhaufen, also eine ziemlich lockere Ansammlung von vergleichsweise jungen Sternen. Seine Mitglieder haben eine gemeinsame Entstehungsgeschichte: Sie entstanden vor über einer Milliarde Jahren – ein ziemlich hohes Alter für einen offenen Haufen – aus einer einzigen Gaswolke. Die gesamte Gruppe ist etwa 1500 Lichtjahre (15 Billiarden Kilometer) von uns entfernt.

Unser letztes Ziel ist ein weiterer offener Sternhaufen: M34 ❹. Er liegt im Perseus unmittelbar hinter der Grenze zur Andromeda. Denken Sie sich eine Linie von Ypsilon durch Alamak, die sich nochmals um Eineindrittel der Strecke fortsetzt. Durch ein kleines Suchfernrohr erscheint M34 als trüber Fleck. Ein stabil gelagerter 10×50-Feldstecher zeigt mehrere Sterne in einem zentralen Knoten, dessen Umgebung mit schwachen Sternen gesprenkelt ist.

Mein Vierzöller zeigt bei 47-facher Vergrößerung 18 ziemlich auffällige und fünfzig schwächere Sterne in einem quadratischen Haufen, der die Fläche einer Vollmondscheibe einnimmt. Die meisten der helleren Sterne sind paarweise nahe des Zentrums angeordnet. In der Vorstadt mag die Anzahl der sichtbaren Sterne auf etwa dreißig sinken. M34 ist etwa 200 Millionen Jahre alt – ziemlich respektabel für einen offenen Haufen, doch jung im Vergleich zu NGC752. M34 ist dafür mit 1600 Lichtjahren etwas weiter entfernt.

Unsere Reise vom majestätischen Andromedanebel bis an den Rand des Perseus hat uns zu den interessantesten Sehenswürdigkeiten am Herbsthimmel geführt. Warum besuchen Sie diese nicht einfach selbst in Ihrer nächsten juwelengeschmückten Nacht? <<

Sue French beobachtet in fast jeder klaren Nacht den Himmel von ihrem Haus in der Nähe von New York aus.

Große Auswahl, kompetente Beratung, guter Service!

Aber damit geht es bei uns erst los! Bevor wir zu einem bestimmten Kauf raten, wollen wir sicher sein, Ihnen auch wirklich das Optimum des Verfügbaren in Bezug auf Ihre Bedürfnisse, Größe, Transportabilität, Qualität und Preis aus der Vielzahl der Marktanbieter herausgesucht zu haben. Wir stellen auf Wunsch das Instrument nicht nur auf, sondern wir weisen ein, beraten beim Zubehör, geben Ihnen Beobachtungstipps, ja wir beobachten auf Wunsch sogar mit Ihnen, um Ihnen den Einstieg in Ihr neues Hobby so angenehm und so einfach wie nur möglich zu machen.

Und wenn's denn eine eigene Sternwarte sein soll, haben wir auch die passenden Beobachtungs-Kuppeln dazu. Von 2,3m über 3,2m bis 4m als preisgünstige Standardmaße und darüberhinaus als Sonderanfertigung bieten wir unsere Kuppeln nun bereits seit vielen Jahren in Europa an. GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) als aus dem Bootsbau bekanntes und bewährtes Material bietet sich für Kuppeln ideal an. Unsere GFK Astro-Kuppeln sind mehrteilige, verwindungssteife und formschöne Kuppelkonstruktionen aus Glasfaser-Polyesterkunststoff mit einem Kopfüber-Schiebetor und einer

NEU: 20x80 Groß-Fernglas mit Panorama-Montierung und Stativ - *jetzt nur € 929,00!*

Sehr gute Qualität!

Ausstell-Horizontklappe (Größen ab 5m können alternativ mit seitlich verschiebbaren Toren hergestellt werden – wie zB. „Mount Palomar").

Profitieren Sie von der über 20-jährigen Erfahrung unserer Mitarbeiter, sprechen Sie mit unseren Fachkräften und vereinbaren Sie einen unverbindlichen Beratungstermin in unserem Ausstellungsraum. Wir freuen uns darauf, Sie bei uns begrüßen zu dürfen!

Viele weitere interessante Produkte sowie eine aktuelle Schnäppchenliste mit günstigen Angeboten finden Sie im Internet unter **www.astrocom.de**!

ASTROCOM GmbH/Abt. 3 • Fraunhoferstraße 14
D-82152 MÜNCHEN-Martinsried
☎ ☺ (089) 8583 660 • Fax (089) 8583 6677
eMail: service@astrocom.de • www.astrocom.de

Seit dem Altertum faszinieren Polarlichter den Menschen. Ihr magisches Leuchten erhellt die langen, dunklen Nächte des Nordwinters. Schon Aristoteles berichtet von diesen Himmelserscheinungen, die nächtens wie Flammen am Firmament züngeln. Erleben Sie als Leser von ASTRONOMIE HEUTE dieses einzigartige Naturschauspiel.

LESERREISE NACH SKANDINAVIEN

Polarlicht-Tour in den hohen Norden

HAMANN-HEINRICH

BEIDE FOTOS: HURTIGRUTEN

Corona borealis – Krone des Nordens –, so nennen wir das Leuchten, das durch das Auftreffen des Sonnenwinds auf die Erdatmosphäre hervorgerufen wird. Das Magnetfeld der Erde lenkt ihn zu den Polen ab, genauer gesagt in eine Zone um den magnetischen Nordpol herum.

Dieses Polarlichtoval verläuft über Alaska, Nordkanada, Südgrönland, Island, über Nordskandinavien und die nordsibirische Küste. In Nordskandinavien treten Polarlichter daher ganzjährig in Erscheinung.

Im März und Oktober ist das Phänomen besonders gut zu beobachten. Denn dann stehen die Magnetfelder von Erde und Sonne parallel zueinander und, was noch viel wichtiger ist, in den hohen Breiten gibt es im Gegensatz zum Sommerhalbjahr überhaupt nächtliche Dunkelheit. Dann ist Polarlichtzeit! Zudem verspricht die Wetterstatistik gerade in diesen beiden Monaten mit der größten Anzahl an klaren Nächten ideale Bedingungen für die Polarlichtbeobachtung.

Der Inarisee in Nordfinnland ist die erste Station unserer Reise mit vielen lappländischen Wintererlebnissen, wie Rentierbeobachtung, Schlittenhund- und Schneemobilfahrten. Natürlich darf auch die nordische Sauna nicht fehlen.

Nach einem Besuch beim Polarlichtobservatorium in Sodankylä geht es weiter nach Norden in das Naturschutz- und Braunbärengebiet des Pasviktals bei Kirkenes an der russischen Grenze. Unsere Hotels liegen abseits unter dunklem Himmel, sodass sich Polarlichter dort besonders gut fotografieren und filmen lassen!

MS Midnatsol heißt das modernste Kreuzfahrtschiff der norwegischen Hurtigrutenlinie. Dieses haben wir speziell für Sie ausgewählt, damit Sie die traumhafte Küste Norwegens besonders komfortabel bereisen können. Es erwarten uns: 34 Küstenstationen auf der Route von Kirkenes über das Nordkap, Hammerfest, Tromsø, die Inselwelt der Lofoten, Bodø, Trondheim, vorbei an Geiranger- und Sognefjord nach Bergen. Nachts hoffen wir auf Polarlichter, tags bietet diese malerische Hurtigruten-Kreuzfahrt eine stattliche Zahl von Landexkursionen.

Während der Reise werden Sie von unserem Reiseleiter Joachim Biefang fachkundig betreut: Vorträge, Führungen am Nordhimmel – ein handliches Planetarium und ein Teleskop sind auch mit dabei.

REISEINFORMATIONEN:

10.–22. März und 5.–17. Oktober 2007

Preis: 2870,–€

Reiseleitung: Joachim Biefang

Wittmann Travel
Koldingstr. 21
D-22769 Hamburg

Tel.: 040 851053-76

Fax: 040 851053-77

E-Mail: info@wittmann-travel.de

Web: www.wittmann-travel.de

Kassiopeia,
das Juwel im hohen Norden

Wie eine nervige Schwiegermutter an den Himmel gelangte

>> Tony Flanders

AUS: JOHANNES HEVELIUS, FIRMAMENTUM SOBIESCIANUM, 1690

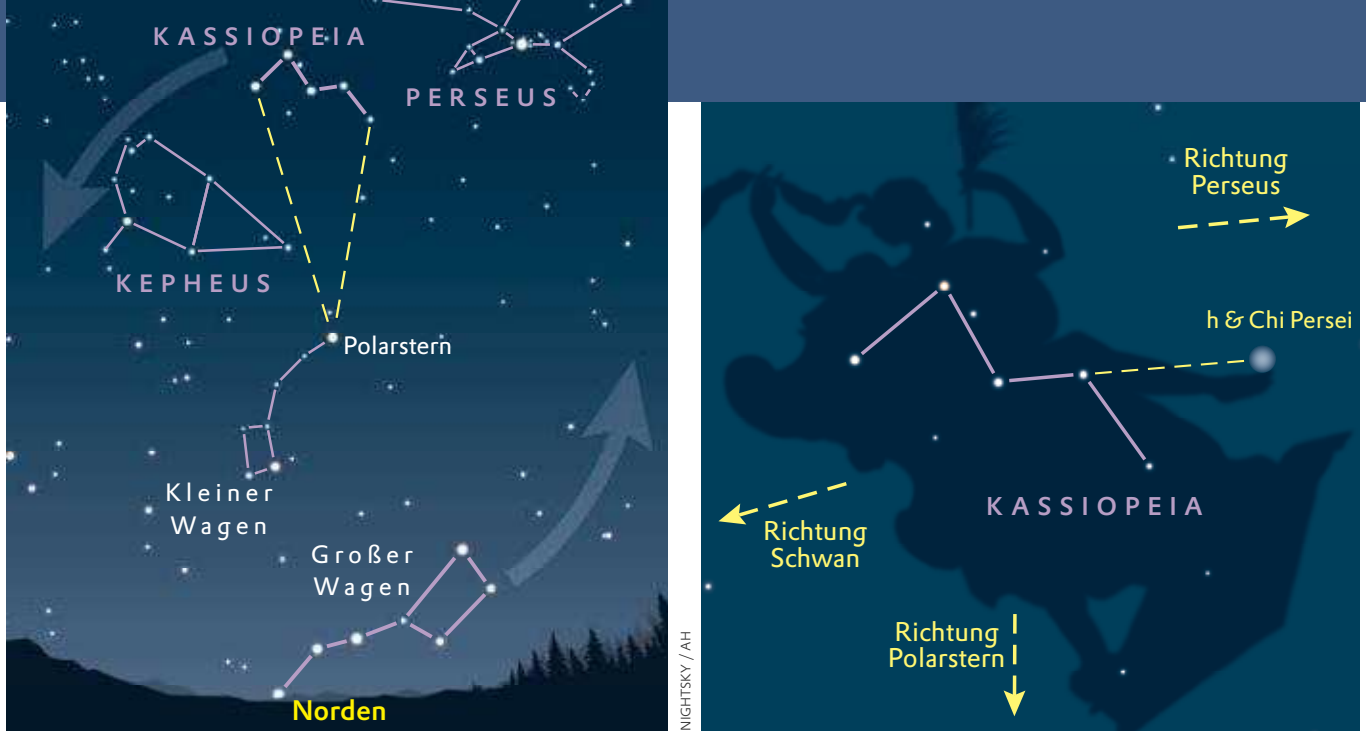
Bevor das elektrische Licht erfunden wurde, blickten die Menschen viel häufiger einfach zum Vergnügen zu den Sternen hinauf. Aber darüber hinaus hatte der Nachthimmel früher auch eine ganz praktische Funktion: Er diente als Orientierungshilfe. Selbst heute, im Zeitalter der Flugzeuge, Hochgeschwindigkeitszüge und elektrischen Navigationssysteme, nutze ich die klassische Himmelsnavigation gelegentlich immer noch. Wenn ich in einer fremden Gegend unterwegs bin und plötzlich merke, dass die Sternbilder nicht mehr an der richtigen Stelle stehen, weiß ich, dass ich in die falsche Richtung gehe. Natürlich hätte ich das früher oder später auch so gemerkt – aber mit Hilfe der Sterne konnte ich mir auf diese Weise schon manchen unnötigen Umweg sparen.

Der erste Schritt zur Orientierung anhand der Sterne besteht stets darin, Polaris ausfindig zu machen, den Polar- oder Nordstern – denn der befindet sich immer genau im Norden. Obwohl er nicht besonders hell leuchtet, können Sie ihn im Frühling und Sommer leicht mit Hilfe der hinteren Kastensterne des Großen Wagens finden. Aber im Herbst und Winter stehen diese Sterne tief am Horizont, wo Berge, Häuser und Dunst den Blick versperren können. Was dann?

In diesem Fall kann Ihnen Kassiopeia helfen. Das Sternbild steht genauso nah am Polarstern wie der Große Wagen, nur auf der gegenüberliegenden Seite des Himmelspols. Für Beobachter auf der Nordhalbkugel ist entweder der Große Wagen oder Kassiopeia immer hoch am Himmel zu sehen. Haben Sie erst einmal gelernt, den Polarstern anhand dieser Konstellationen zu finden, werden Sie sich in einer klaren Nacht nie wieder verlaufen.

Kassiopeia können Sie leicht erkennen. Die fünf Hauptsterne bilden ein kompaktes Muster, das je nach Position

Als Strafe für ihren Stolz wurde Kassiopeia dazu verdammt, als Sternbild in unwürdigen Posen um den Polarstern zu kreisen. Im November und Dezember liegt sie halb nach hinten verdreht auf dem Rücken.



Kassiopeia erreicht ihren höchsten Stand am Himmel an Abenden im Spätherbst (links). Im Frühling streift sie die Baumkronen und hat ihre Position mit dem Großen Wagen getauscht. Der Polarstern liegt im »Brennpunkt« der Kassiopeia. Das Sternbild hilft auch bei der Suche nach h und Chi Persei (rechts).

einem W, einem M oder einem Stuhl ähnelt. Seinen Namen erhielt das Sternbild natürlich von den alten Griechen, diese haben Kassiopeia vermutlich auch zuerst beschrieben. Sie sprachen allerdings nicht vom Himmels-W oder Himmels-M, sondern sahen in den Sternen eine Frauenfigur – eine Assoziation, die sich nicht gerade aufdrängt. Kurioserweise wird Kassiopeia in der Regel auf einem Stuhl oder einem Thron sitzend dargestellt, und zwar sowohl auf klassischen Vasen als auch auf den prächtigen Sternkarten aus der Renaissance. In der Kassiopeia-Sage spielt der Stuhl jedoch überhaupt keine Rolle.

Die größte Sage am Himmel

Die griechischen Dichter beschrieben Kassiopeia als Königin von Äthiopien oder von Joppe, der heutigen Stadt Jaffa in Israel. Die Herrscherin prahlte gerne damit, dass sie viel schöner sei als die Seenymphen – ein Fehler, denn eine der Nymphen war mit dem Meeresgott Poseidon verheiratet. Es kam zu einem Drama, dessen Akteure gleich reihenweise als Sternbilder verewigt wurden, die jetzt einen großen Bereich des Herbst- und Winterhimmels bevölkern. Zu den Beteiligten gehören neben der Königin Kassiopeia auch ihr Ehemann Kepheus, ihre Tochter Andromeda, das Seeungeheuer Ketus (Cetus, der Walfisch) und der Held Perseus. Sie finden sie alle auf der Sterntafel auf S. 42.

Um die arrogante Königin zu bestrafen, sandte Poseidon das Seemonster Ketus aus, das ihr Land verwüsten sollte. Kepheus und Kassiopeia suchten Rat bei einem Orakel, das ihnen weissagte, sie könnten das Ungeheuer nur dann aufhalten, wenn sie ihre eigene Tochter opferten. Daher wurde Andromeda an einen Felsen gekettet, wo Perseus sie zufällig entdeckte. Denn dieser flog gerade auf geflügelten Sandalen, die er sich vom Gott Hermes ausgeliehen hatte, durch die Gegend. Der Held erschlug das Seeungeheuer, rettete Andromeda und hielt um ihre Hand an – woraufhin die undankbare Kassiopeia ihn umbringen wollte. Zum Glück gewann Perseus den Kampf, und Andromedas Eltern akzeptierten ihn widerwillig als Schwiegersohn.

Kassiopeia und Perseus sind nicht nur in der Mythologie miteinander verbunden, sondern auch am Sternhimmel – und zwar durch die Milchstraße. Dieses Lichterband aus Millionen von Sternen enthält Dutzende von Sternhaufen, von denen die in und um Kassiopeia besonders hell leuchten. Einer von ihnen wurde sogar schon vor mehr als 2000 Jahren von den Griechen katalogisiert und ist bereits ohne technische Hilfsmittel in klaren, dunklen Neumondnächten zu erkennen. Er liegt gerade noch innerhalb des Sternbilds Perseus, aber am einfachsten finden Sie ihn vom Fünf-Sterne-Muster der Kassiopeia aus. Nutzen Sie einfach die Karte oben rechts auf dieser Seite und suchen Sie am Himmel einen verschwommenen, hellen Punkt in der Milchstraße, der etwa die Größe des Vollmonds hat. Wenn Sie außergewöhnlich gute Augen haben, sehen Sie vielleicht auch zwei getrennte helle Lichtflecken nebeneinander. Mit einem Fernglas erkennen Sie hier zwei dichte Sternwolken. Jede davon wird von den Astronomen einzeln beschrieben, doch die meisten Beobachter kennen sie nur als h und Chi Persei (h & χ Per), den Doppelsternhaufen. Im Teleskop bei niedriger Vergrößerung bietet er einen der schönsten Anblicke am Himmel.

Kassiopeia ist einfach zu erkennen, und das Sternbild lässt sich hervorragend mit dem Teleskop, einem Fernglas oder einfach mit bloßem Auge erforschen. Da Kassiopeia so dicht neben dem »unbeweglichen« Polarstern steht, bleibt sie im Herbst und Winter für Beobachter auf der Nordhalbkugel gut sichtbar. Ich kann sie jederzeit sehen, wenn es dunkel genug ist und keine Hindernisse den Blick nach Norden versperren. Wenn Sie sich einmal merken, wie Kassiopeia aussieht, können Sie sich noch oft an ihr erfreuen. <<

Tony Flanders erinnert sich, dass Kassiopeia das erste Sternbild war, das er kennen lernte.

Hinweis: Auf den nächsten vier Seiten finden Sie einen Einhefter der VdS. >>

Per Aufzug in die Galaxis

Mit ihrem »Turbo Crawler« will eine Recklinghausener Schule in fünfzig Meter Höhe und nach New Mexico: Die ehrgeizigen Bastler kämpfen um die Qualifikation zur Endausscheidung beim Wettbewerb der Weltraumaufzüge. **>> Carolin Konermann**

ALLE FOTOS DES ARTIKELS: MAX-BORN-BERUFSKOLLEG

Eine Baustelle mitten im Ruhrgebiet: nicht gerade das, was man als Hightech-Startrampe erwarten würde, und schon gar nicht für einen Weltraumaufzug. Doch die siebzehn- bis achtzehnjährigen Jungs, die hier etwas aufgeregt herumstehen und hin und wieder Interviews geben, wollen mit ihrem Gerät hoch hinaus – nicht ganz bis ins Weltall, aber zumindest den Baukran hoch. Der »Turbo Crawler«, den die Zwölftklässler des Recklinghausener Max-Born-Berufskollegs präsentieren, ist ihr Beitrag zu »Elevator:2010«, einem Wettbewerb der kalifornischen Spaceward Foundation. Ihre Aufgabe: ein Gefährt bauen, das solarzellenbetrieben an einem speziellen Seil eine Nutzlast auf eine Höhe von fünfzig Metern bringt. Anschließend soll das Eigengewicht das Ganze wieder abwärts tragen.

Wer das schafft und auf Video dokumentiert, darf am 20. Oktober in New Mexico beim großen Rennen der Aufzüge in die Endausscheidung. Als Preisgeld winken 400 000 Dollar und das Gefühl, vielleicht einen kleinen Beitrag zur Raumfahrttechnik des nächsten Jahrhunderts geleistet zu haben.

Schon seit rund einem Dreivierteljahr arbeitet der Leistungskurs Maschinenbau an dem Aufzug, erzählt Deniz Ersan. Er ist sichtlich stolz auf ihre gemeinsame Leistung: »Wir haben den

An einen echten Aufzug erinnert der »Turbo Crawler« nicht – eher an Don Quichottes Windmühlen. Auf das hintere Rechteck sind schon ein paar Solarzellen aufgespannt, sie sollen später die gesamte Fläche bedecken.

Durchlöchert wie Schweizer Käse sieht das Gestell, das Deniz Ersan (links) und seine Kollegen für den Versuchslauf vorbereiten, jetzt schon aus. Doch sie wollen noch mehr Bohrlöcher setzen.

Weltraumaufzug praktisch selbstständig gebaut, zusammen mit verschiedenen anderen Klassen unseres Berufskollegs«, berichtet er zufrieden. Die Lehrer hätten sich kaum eingeschaltet, ganz im Gegenteil sogar: Ob Feierabend oder Ferien, die jungen Konstrukteure drängte es geradezu zur Arbeit. »Bei dem Projekt kam die Motivation von ganz allein«, erklärt er den Enthusiasmus der Truppe.

Wird ein Traum wahr?

Dabei habe zuvor keiner der Schüler oder Lehrer ein besonderes Faible für die Raumfahrt gehabt. Das hat sich nun geändert: »Zumindest ein Schüler meinte schon, dass er jetzt nach dem Abitur Luft- und Raumfahrttechnik studieren will«, kann Jörn Lutat berichten, einer der drei betreuenden Lehrer.

Dort kann der bekehrte Schüler dann die Entwicklung des Weltraumaufzugs weiter verfolgen und einiges über die illustren Vordenker dieser Idee lernen. Schon 1895 schlug der russische Raumfahrttheoretiker Konstantin Ziolkowski (1857–1935) vor, ein Seil bis ins All zu spannen und daran Astronauten und Material in schwindelnde Höhen zu transportieren. In den 1970er Jahren verfolgte Arthur C. Clarke, Sciencefiction-autor und Visionär, den Gedanken in seinem Roman »The Fountains of Paradise« weiter.

Inzwischen glauben viele Forscher, dass ein Lift ins Weltall schon in wenigen Jahren realisiert werden könnte. Die Initiatoren des »Elevator:2010«-Contests behaupten gar, dass sie dies bis zu eben jenem Jahr 2010 entweder praktisch beweisen oder vollends widerlegen werden. Theoretisch müsste »nur« ein flaches Seil von etwa 20 Zentimeter Breite und 36 000 Kilometer Länge an einer Zentralmasse im geostationären Orbit verankert werden.

Damit das Ganze nicht auf die Erde hinunterfällt, müsste die Zentralmasse wiederum in einem Abstand von knapp 100 000 Kilometern von der Erde mit einem Gegengewicht stabilisiert werden. Das klingt zwar absurd, gilt aber als realistisch. Bisher fehlt es der Konstruktion an ausreichend stabilem Material für das Seil. Doch Wissenschaftler forschen schon länger an einem ganz heißen Kan- >

Wir haben das komplette Sky-Watcher-Programm auf Lager:

Reflektoren

114/500 EQ1	99,-	114/900 EQ-2	139,-
130/650 EQ-2	149,-	130/900 EQ-2	159,-
150/1200 EQ-3-2	249,-	150/750 EQ-3-2	279,-
200/1000 EQ-5	449,-		

Refraktoren

60/700 AZ-2	69,-	70/700 AZ-2	89,-
90/900 EQ-2	179,-	70/500 AZ-3	99,-
80/400 EQ-1	119,-	102/500 AZ-3	239,-
102/1000 EQ-3-2	339,-	120/600 AZ-3	399,-
120/1000 EQ-5	459,-		

EQ-6 Geräte mit GoTo-Computersteuerung
Unglaublich gutes Preis-/Leistungsverhältnis!

Newton-Reflektor	254/1200 EQ-6	1899,-
Refraktor	150/1200 EQ-6	1899,-

NEU: Sky-Watcher ProSeries
Spitzenoptiken mit Go-To-Montierungen!

Maksutov	150/1800 HEQ-5	1299,-
Maksutov	180/2300 HEQ-5	1999,-
ED-Refraktor	80/600 HEQ-5	1299,-
ED-Refraktor	100/900 HEQ-5	1599,-
ED-Refraktor	120/900 HEQ-5	2499,-

Steigen Sie ein in die Astrofotografie!
Bei uns erhalten Sie alles, was Sie dazu benötigen: Nachführungsmotoren für Ihr Teleskop, Adapter und Anschlussgewinde (T-Ringe) für Ihre Kamera ... Lassen Sie sich von uns beraten - wir sagen Ihnen was Sie brauchen!
Nachführungsmotoren für die EQ-1, EQ-2, EQ-3 sowie EQ-5-Montierung ab 49,-
2-fach-**Barlow-Linse mit Kamera-Adapter** 39,-
T-Ringe zum Anschluss an div. Kameras ab 9,90
Universal-Digitalkamera-Adapter 59,-

Bresser PC-Okular
Mit dem sensationellen PC-Okular von Bresser sind Sie ab sofort in der Lage, Beobachtungsobjekte als farbige Videosequenzen auf Ihrem PC anzuschauen.
Das PC-Okular empfiehlt sich überall dort, wo astronomische oder Land-Beobachtungen einer größeren Personengruppe mittels PC zugänglich gemacht werden sollen (z.B. Schulunterricht, Vorträge, Hobby-Abende). Die Videosequenzen können als Datei gespeichert werden. Einfach einsetzen – anschließen – loslegen.
nur 99,-

Bresser Spezial
Zoom-Fernglas
12-36 x 70mm
inklusive Stativ!
nur 189,-

Weitere Ferngläser:

Seben Auto 7x50 nachtaktiv	29,90
Bushnell Trophy 10x42	199,-
Danubia Jumbo 20x80	488,-

Astroshop.de
Der **Astronomie-Fachversand** mit dem riesigen Sortiment - in unserem komfortablen Online-Shop finden Sie **über 3000 Artikel**. Natürlich bieten wir auch eine **kompetente Beratung** durch unsere erfahrenen Mitarbeiter, die selber engagierte Hobby-Astronomen sind.
www.Astroshop.de

Sonnenbeobachtung
Beobachten Sie mit diesen Artikeln die Sonne gefahrlos und ganz einfach - erleben Sie Sonnenfackeln und Sonnenflecken hautnah!

Baader Sonnenfilterfolie 20x30cm	24,90
Baader Sonnenfilterfolie 50x100cm	69,-
Solarscope - ein kleines Teleskop speziell für die Sonnenbeobachtung	49,-

Astro-Literatur für Einsteiger

Fernrohr-Führerschein in 4 Schritten
Das optimale Begleitbuch vor und nach dem Teleskop-Kauf - alles was Sie über Teleskope wissen sollten!
nur 14,90

Astronomie für Einsteiger	14,90
Skyscout - Sterne und Sternbilder einfach finden	9,90
Astrofotografie für Einsteiger	12,90
Astrofotografie in 5 Schritten	24,-
CCD-Astronomie in 5 Schritten	29,90
Deep Sky Reiseatlas	24,90
Software Redshift 5.1	79,-

Unsere Schnäppchenecke:
Artikel ab 0,50 € - alles online!
z.B. Astro-Kalender des Vorjahres, einzelne Okulare usw.

E-Mail: Service@Astroshop.de - Tel: 08191-915973 - Siemens-Str. 12 - 86899 Landsberg bei München - alle angegebenen Preise in EUR

Blauer Himmel bei den letzten Handgriffen vor dem Start: Die Schüler legen die Sicherungsleine an und spannen das Seil ein. Bald kann der »Schweizer Käse« in die Lüfte.

> didaten: winzigen, ungeheuer robusten Kohlenstoff-Nanoröhrchen.

Für die Kollegschüler ist das aber noch eine Nummer zu groß; sie beschränken sich auf das im Wettbwerb vorgegebene Seil und eine solide Aluminiumkonstruktion. Die nimmt langsam Form an. Eine sehr erstaunliche allerdings – das ist keine Box, wie man das bei Fahrstühlen sonst kennt, es erinnert vielmehr an zwei Windmühlenflügel.

Spannende Schaufahrt

Diese sind im rechten Winkel aneinandermontiert, einer flach liegend, der andere senkrecht. Am Letzteren läuft das Seil entlang und wird dabei von kompliziert angeordneten Laufrollen so eingeklemmt, dass sich der Aufzug durch sein eigenes Gewicht stabilisiert. Am äußeren Ende des waagerechten Flügels befindet sich das Sonnensegel. Ähnlichkeiten mit Standardaufzügen? Keine. Aber wer an Außergewöhnlichem arbeitet, darf eben nicht in vorgegebenen Bahnen denken.

»Bis wir damit in Amerika antreten können, fehlen schon noch einige Details«, gibt Deniz zu. »Wir verwenden heute einen Akku, der den Motor antreibt, weil uns die geeignete Lichtquelle noch fehlt, mit der wir die Solarzellen beleuchten werden. Eigentlich darf er ja nur mit Hilfe von Sonnenenergie fahren. Bisher ist der Aufzug flexibel verschraubt, das werden wir größtenteils verschweißen. Außerdem müssen wir noch mehr Bohrungen anbringen, um das Gewicht weiter zu reduzieren.« – Dabei sehen die Streben des segelförmigen Gerüsts schon jetzt aus wie ein Schweizer Käse.

Auch die Solarzellen, die momentan noch sehr vereinzelt und provisorisch auf den Sonnensegeln kleben, sind noch eher symbolisch. Das liegt vor allem am chronischen Geldmangel, unter dem das Team leidet. Durch den Medientermin hofft die Klasse nun, weitere Sponsoren zu finden, denn auch der Flug zur Endausscheidung in Amerika will finanziert sein.

Hier im Ruhrgebiet aber wird es nun erst einmal spannend. Der Aufzug ist inzwischen fertig aufgebaut und hängt am straff gespannten Seil. Die Aufgaben sind verteilt: Zwei Jungs stehen an der Sicherungsleine, die das Gefährt im Notfall auffängt, einer bedient die Fernsteuerung. Alle Augen richten sich gebannt auf den Baukran, der hoch in den mittlerweile bedrohlich schwarzen Gewitterhimmel ragt – und nach wenigen Augenblicken ist es vorbei. Völlig problemlos verlief die Fahrt. Der Aufzug sauste am Seil hoch, mit fast drei Metern pro Sekunde, wie die Beteiligten hinterher berechneten. Wie immer wackelte er ein bisschen, von Stocken oder gar Stillstand aber war nichts zu sehen. Und dann geht es wieder abwärts – maschinell, nicht durch das Eigengewicht. Aber es ist ja auch noch nicht der Wettbewerb.

Auf den blickt Deniz jetzt zuversichtlicher. »Ich glaub schon, dass wir ganz gut abschneiden können«, spekuliert er. An einen Sieg will er nicht denken. Aber sonst könnte alles drin sein. Sicher, sein Lehrer Lutat ist da skeptischer, er betont die Konkurrenz. »Wir sind die einzige Schule, die sich an dem Wettbewerb beteiligt. Die anderen Bewerber sind alles Universitäten.«

Ob der Recklinghausener Turbo Crawler letztendlich seine hochfahrenden Ziele erreicht oder doch auf dem Boden des Ruhrgebiets bleiben muss, erfahren Sie am 21. Oktober online unter www.astronomie-heute.de. <<

Carolin Konermann arbeitet als freie Journalistin zurzeit in Damaskus. Sie ist Mitherausgeberin des ASTRONOMIE-HEUTE-Jahrbuchs »Der Himmel 2007«.

Weblinks

Der Turbo Crawler:
www.space-elevator.de.vu
Infos über den Wettbewerb:
www.elevator2010.org
Der Initiator:
www.spaceward.org

Filmkonzert Weltpremiere

mit dem Berlin Jazz Orchestra unter Jiggs Whigham

Raumpatrouille Orion

Tickets unter
0180-5001812 (12 ct/min)
und an allen bekannten
Vorverkaufsstellen

Rücksturz ins Konzert!

Sa. 18. November, 20 Uhr
T-Mobile Forum Bonn

„Es ist wunderbar. Es ist Kult!“ (Süddeutsche Zeitung)
Pünktlich zum 40jährigen Jubiläum der Kultserie landet die „Raumpatrouille Orion“ in Bonn. Im Gepäck eine Weltpremiere: Das Berlin Jazz Orchestra unter der Leitung des international renommierten Bandleaders Jiggs Whigham spielt live und synchron zur Kinofassung von 2003. Die Originalfilmmusik von Peter Thomas wurde für Big Band neu arrangiert und garantiert in Kombination mit dem filmischen Weltraumabenteuer auf Europas größter Indoor LED-Wand (62qm) ein einzigartiges Filmkonzerterlebnis!

Weitere Informationen auf: www.riverlounge.de

ICM BONNTICKET BAVARIA FILM T-Mobile

Der Riese von Welzheim

Das neue Fernrohr der Sternwarte im schwäbischen Welzheim hat eindrucksvolle neunzig Zentimeter Durchmesser. Damit gehört es zu den größten optischen Teleskopen Deutschlands.

>> Stefan Seip

ALLE FOTOS DES ARTIKELS: STEFAN SEIP

Seit 1992 gibt es die Sternwarte Welzheim im Naturpark Schwäbisch-Fränkischer Wald. Rund 35 Kilometer Luftlinie östlich der Landeshauptstadt Stuttgart bietet der auf 540 Meter Meereshöhe gelegene Standort gute Bedingungen, um abseits der Lichterflut einer Großstadt den Sternhimmel zu beobachten. Das Observatorium dient dem Stuttgarter Planetarium unter der Leitung von Professor Hans-Ulrich Keller darüber hinaus als Außenstation.

In den letzten Jahren wuchs bei den Sternfreunden in Welzheim allerdings der Wunsch, neben dem normalen Betrieb mit öffentlichen Sternführungen ein zusätzliches Gerät für wissenschaftlich wertvolle Beobachtungen zur Verfügung zu haben. Ein Teleskop allein ist nicht für alle Anwendungsbereiche gleich gut geeignet. Die vor dem Bau des Neunzig-Zentimeter-Teleskops vorhandenen Instrumente wurden und werden vor allem für visuelle Beobachtungen und die klassische Astrofotografie auf Film eingesetzt. Durch die digitale Arbeitsweise haben sich aber die Anforderungen an Teleskope verändert. Kein Wunder also, dass das neue Fernrohr auf die Arbeit mit CCD-Kameras ausgerichtet sein sollte.

Neben den zwei bisher dort vorhandenen Kuppeln wurde daher bereits im vergangenen Jahr mit dem Bau einer dritten begonnen, die an der Basis einen Durchmesser von sechs Meter hat. Am 20. Januar 2006 war es dann endlich so weit: Ein Schwertransporter lieferte das sehnlichst erwartete Beobachtungsinstrument an – ein Cassegrain-Spiegelteleskop mit einem Durchmesser von neunzig Zentimetern. Damit spielt Welzheim in der Liga der mächtigsten Teleskope in Deutschland ganz vorne mit und besitzt nun sogar das größte optische Fernrohr Baden-Württembergs. Millimeterarbeit war notwendig, um die tonnenschwere Montierung und den Gitterrohrtubus mit Hilfe eines Krans durch den geöffneten Kuppelspalt zu hieven (siehe Bild S. 64 unten links). Die Montage, das Justieren der optischen und mechanischen Komponenten sowie die Inbetriebnahme der elektronischen Steuerung beanspruchten dann alles in allem sogar mehrere Wochen – nicht unüblich für ein Instrument dieser Klasse.

Das Gerät vom Cassegrain-Typ mit einem Öffnungsverhältnis von 1:10 wird von einer stabilen parallaktischen Montierung getragen. Sie ist – genau wie der Tubus – eine Spezialanfertigung der Firma Michael Knopf in Baden-Baden. Die Konstruktion als Gabelmontierung hat den Vorzug, dass bei lang belichteten Aufnahmen keine Bildfeldrehung auftritt und das Teleskop nach dem Meridian-Durchgang nicht umgeschwenkt werden muss. Hochpräzise Encoder können die Stellung des Teleskops bis auf 0,01 Bogensekunden genau ermitteln.

So hell wie eine Kerze auf dem Mond

Haupt- und Fangspiegel des Cassegrain-Reflektors kommen aus russischer Produktion, und zwar vom renommierten Unternehmen Lomo in St. Petersburg. Die komplette Steuerungstechnik dagegen stammt von der Firma Astro Optik Philipp Keller aus Neutraubling, die das Projekt auch als Generalunternehmer leitete. Auf dem Steuerrechner laufen eine Spezialsoftware und das Programm »The Sky«. Damit lässt sich das Teleskop auf jedes Objekt am Himmel ausrichten, wobei die Kuppeldrehung automatisch von der Software gesteuert wird, sodass das Fernrohr immer einen freien Blick zum Himmel hat.

Das Lichtsammelvermögen dieses Teleskops ist gewaltig: Sein Hauptspiegel kann im Vergleich zum menschlichen Auge etwa die 5600-fache Lichtmenge sammeln und bündeln. Das bedeutet, dass auch extrem lichtschwache Objekte damit beobachtet und fotografiert >

Aller guten Dinge sind drei

Das neue Neunzig-Zentimeter-Spiegelteleskop ist das leistungsfähigste Gerät der Sternwarte Welzheim. Untergebracht ist es in der Ostkuppel (Mitte). Links davon steht die Westkuppel, die einen Zehn-Zoll-Apochromaten beherbergt, rechts die Südkuppel mit einem 34-Zentimeter-Hypergraphen und einem Sechs-Zoll-Apochromaten.

> werden können. Selbst eine brennende Kerze auf dem Mond wäre damit noch sichtbar.

Auch das Auflösungsvermögen, also die Trennschärfe eines Teleskops, steigt mit seinem Durchmesser an. Theoretisch trennt das Neunzig-Zentimeter-Teleskop noch Doppelsterne, die in nur 0,14 Bogensekunden Abstand voneinander stehen. Es könnte also den linken und den rechten Rand einer Ein-Euro-Münze noch in 32 Kilometer unterscheiden. Aber nur dann, wenn die Turbulenzen in der irdischen Atmosphäre den Welzheimer Sternfreunden keinen Strich durch die Rechnung machen. Auch flächenhafte Objekte wie Planeten, Nebel und Galaxien zeigen in dem Instrument bedeutend mehr Details als in kleineren Fernrohren.

Parallelbeobachtungen für Sofia

Das enorme Leistungspotenzial des neuen Welzheimer Teleskops wird aber vor allem für die Astrofotografie genutzt werden. Als Detektor kommt daher eine CCD-Astrokamera vom Typ SBIG STL-11000M zum Einsatz. Mit dieser modernen Ausstattung soll in erster Linie neues Bildmaterial für die Vorführungen im Stuttgarter Planetarium gewonnen werden, da die anderen Instrumente der Welzheimer Sternwarte an klaren Abenden für öffentliche Sternführungen reserviert sind. Darüber hinaus sind mit dem neuen Instrument im sichtbaren Licht auch Parallelbeobachtungen zu den Infrarotdaten des zukünftigen Stratosphärenobservatoriums Sofia (siehe AH 4/2005, S. 18) geplant.

Aber auch andere wissenschaftlich interessante Bereiche liegen in Reichweite dieses Instruments. So stehen Beobachtungen der erst kürzlich entdeckten Zwergplaneten jenseits der Plutobahn, das Aufspüren von Asteroiden und auch die Suche nach Sternexplosionen in fernen Galaxien auf dem Wunschzettel der Welzheimer Astronomen. Die Anschaffung eines Spektrografen ist zwar noch Zukunftsmusik, würde aber in Verbindung mit einem Teleskop dieser Größe Sinn machen.

Alle, denen die Errichtung des neuen Teleskops der Sternwarte Welzheim ein wichtiges Anliegen war, die das Projekt mit Rat, Tat und Geldmitteln unterstützt haben, zeigten sich über die zügige und termingerechte Realisierung sehr erfreut. Vor diesem Hintergrund ist es gut zu verstehen, dass auch ein wenig Stolz

Am seidenen Faden Ein Kran manövriert die kostbare Fracht in Millimeterarbeit durch den geöffneten Kuppelspalt. Das neue Teleskop der Sternwarte Welzheim sammelt 5600-mal mehr Licht als das bloße Auge und kann auch schwache und weit entfernte Objekte aufspüren. Der Tubus ist in offener Gitterbauweise ausgeführt, damit ein schneller Temperaturausgleich des Spiegels mit seiner Umgebung gewährleistet ist.

mitschwang, als Hermann Holzner, Bürgermeister der Stadt Welzheim, das neue Fernrohr im Rahmen einer kleinen Feierstunde am 6. März 2006 seiner Bestimmung übergab (siehe Bild rechts unten). Der Planetariumsleiter Hans-Ulrich Keller ging in seinem Referat dagegen eher auf die technischen Details des Instruments ein und bezeichnete es bescheiden als das »größte kleine Teleskop Baden-Württembergs« mit dem Hinweis darauf, dass es natürlich – gemessen an den weltgrößten Fernrohren – immer noch zu den Kleinteleskopen zählt.

Nach der offiziellen Übergabe warteten meine Kollegen der Beobachtergruppe und ich mit großer Spannung auf die erste klare Nacht, um das neue Flaggschiff der Sternwarte auszuprobieren. Nach dem Anschließen der Kamera ist ein Aufenthalt in der Kuppel nicht mehr notwendig, denn der Steuerungsrechner steht ein Stockwerk tiefer. Auch das erinnerte mich ein bisschen an die Verhältnisse in einer Profisternwarte.

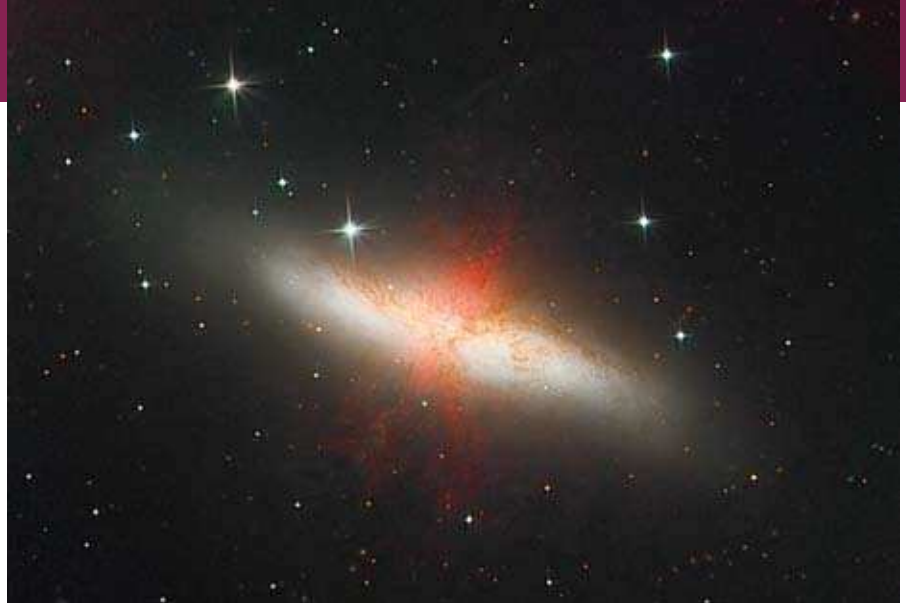
Eindrucksvolle Präzision

Zur Premiere nahmen wir die Galaxie M 82 im Großen Wagen ins Visier. Nur wenige Mausklicks waren nötig, bevor sich das Teleskop fast lautlos und mit hoher Geschwindigkeit in Bewegung setzte. Etwas geräuschvoller, aber auch automatisch drehte sich die Kuppel in die richtige Position. Eine erste Testaufnahme mit kurzer Belichtungszeit zeigte, dass das Zielobjekt zwar perfekt in der Bildmitte positioniert, aber noch nicht scharf abgebildet wurde.

Mit der Steuerungssoftware für die Kamera selektierten wir nun einen beliebigen Stern des Bildausschnitts. Durch Reihenbelichtungen wurde dieser Stern nun nahezu in Echtzeit auf dem Monitor dargestellt, während die Software uns den besten Schärfepunkt anzeigte. Dabei verließen wir uns nicht unbedingt auf den visuellen Eindruck, sondern auf Zahlen, die das Programm für jedes Einzelbild ermittelte: Wenn die beste Schärfe erreicht ist, nimmt die Helligkeit des Sterns einen Maximalwert, sein Durchmesser dagegen einen Minimalwert an.

Auf eine Nachführkontrolle mussten wir in dieser Nacht verzichten, denn das entsprechende Kabel fehlte noch. Umso mehr waren wir erstaunt, dass selbst nach einer Belichtungszeit von zehn Minuten und einer effektiven Brennweite von rund 6,3 Metern, die sich durch den Einsatz eines Telekompressors ergibt, immer noch exakt punktförmige Sterne auf den Aufnahmen zu sehen waren. Eindrucksvoller lässt sich die hohe Präzision und die mechanische Qualität der Montierung nicht demonstrieren.

Auch die optische Güte des Instruments führte zu großem Jubel im Beobachtungsraum, als nach der Verarbeitung der gewonnenen Bilddaten feinste Strukturen in M 82 sichtbar wurden, die wir auf der Sternwarte Welzheim so noch nie fotografieren konnten (siehe Bild ganz oben). Die schwächsten Sterne auf der Aufnahme haben eine Helligkeit von 21,5ter Größe.



Gelungenes »First Light« Zwölf Millionen Jahre war das Licht von M 82 (oben), einer Galaxie im Sternbild Großer Wagen, unterwegs, bevor es auf den neuen Spiegel in Welzheim traf und von der angeschlossenen CCD-Kamera aufgenommen wurde. Der Bürgermeister der Stadt Welzheim, Hermann Holzner (unten), setzte das neue Teleskop am 6. März 2006 zum ersten Mal in Bewegung.

Ohne Zweifel hat im Welzheimer Wald eines der leistungsfähigsten und auf dem modernsten Stand der Technik befindlichen Teleskope in Deutschland seinen Betrieb aufgenommen. Limitierender Faktor für viele künftige Einsatzbereiche wird darum wohl einzig und allein das Wetter sein. <<

Stefan Seip bevorzugt zwar Refraktoren, einem Neunzig-Zentimeter-Spiegelteleskop kann aber auch er nicht widerstehen. Seit 2004 ist er Mitglied der Beobachtergruppe in Welzheim.

Links:

▶ Sternwarte Welzheim:
www.sternwartewelzheim.de

▶ Planetarium Stuttgart:
www.planetarium-stuttgart.de

Stilles Potpourri

Ob mit Profigeräten oder einfachen Kameras, unseren Lesern gelangen wieder einmal beeindruckende Aufnahmen.

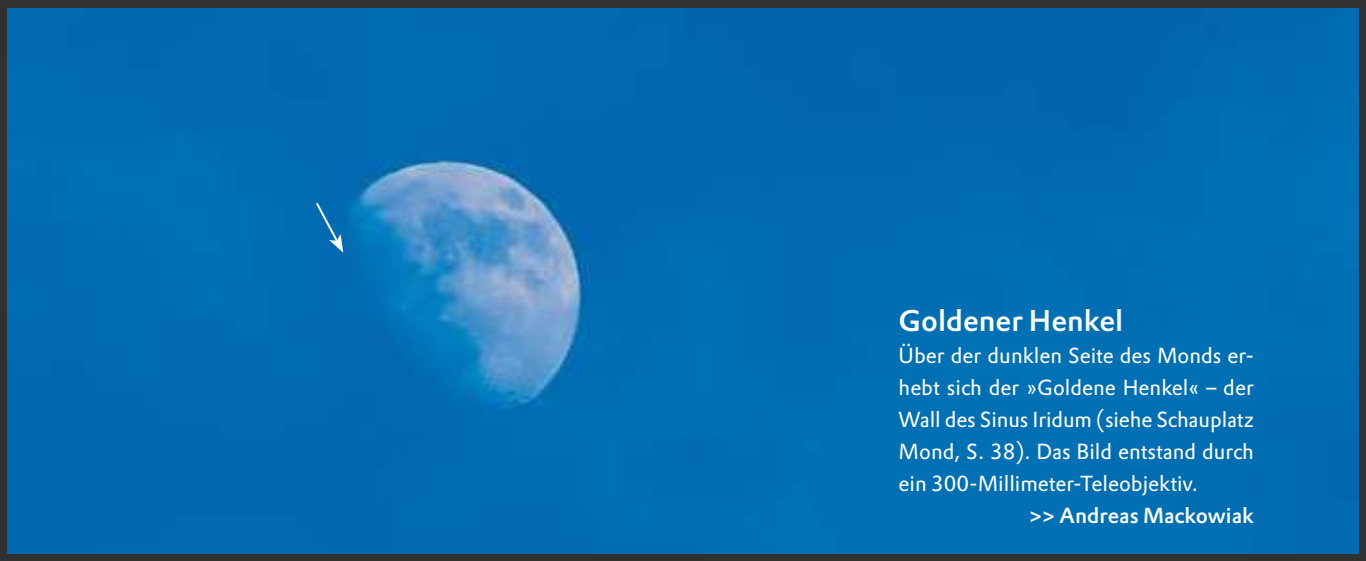
Andromedanebel
Diese Kombination aus zehn Sechs-Minuten-Aufnahmen von M 31 durch ein Takahashi Epsilon 160 (550 Millimeter Brennweite) braucht den Vergleich mit Profibildern nicht zu scheuen.

>> Torsten Mörke

Nebensonne

Am 24. März war dieses fackelartige Schauspiel über den Dächern von Berlin zu beobachten. Die Erscheinung geht auf Eiskristalle in den Wolken zurück.

>> Hartmut Mahlkow



Goldener Henkel

Über der dunklen Seite des Monds erhebt sich der »Goldene Henkel« – der Wall des Sinus Iridum (siehe Schauplatz Mond, S. 38). Das Bild entstand durch ein 300-Millimeter-Teleobjektiv.

>> Andreas Mackowiak

GLANZLICHTER

Überbelichtet

Im Abstand von fünf Minuten entstanden zwölf Bilder des Monduntergangs über Schöningen. Sie wurden in Photoshop übereinandergelegt – die moderne Version einer Mehrfachbelichtung.

>> Nicolai Wiegand

Rote Flecken

Finden Sie auf diesem Bild vom 13. Juni neben dem Großen Roten Fleck auch den kleineren Roten Fleck Jr. (siehe AH 9/2006, S. 38)?

>> Günter Kleinschuster

Verschleiert

Die beiden Aufnahmen rechts zeigen den Zirrus- oder Schleiernebel im Schwan. Oben ist der östliche Teil zu sehen, darunter der auch Sturmvogel genannte Westteil mit einem hellen, benachbarten Stern.

>> Christoph Joppa

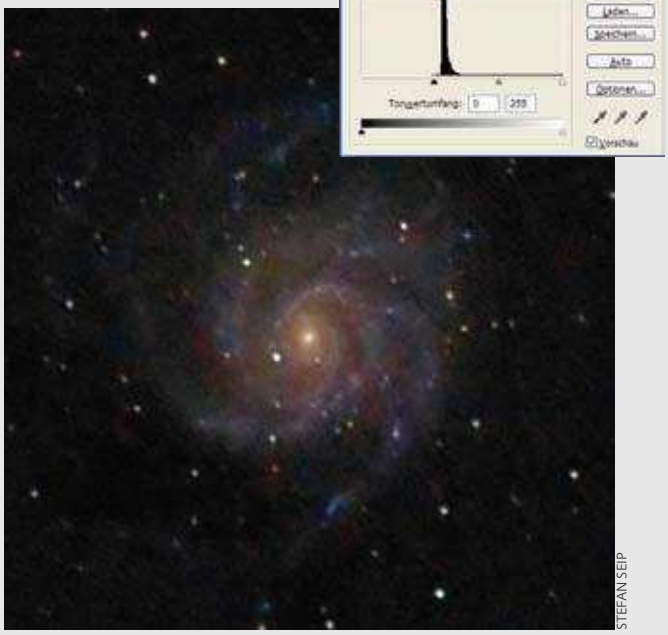
>> Mark Achterberg

Machen Sie mit: Wir freuen uns über Ihre »Glanzlichter« – schicken Sie uns Ihre besten Astrofotos!
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. (Bitte senden Sie uns hoch aufgelöste JPEG-Bilder, jedoch keine Download-Links, CDs oder Zip-Archive. Geben Sie bitte auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an. Abzüge und Diapositive können nur zurückgesandt werden, wenn ein frankierter Rückumschlag beiliegt.)

Adresse: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH • Redaktion ASTRONOMIE HEUTE • Stichwort: Glanzlichter
Postfach 10 48 40 • D-69038 Heidelberg • E-Mail: glanzlichter@astronomie-heute.de

Das Feuerrad des Großen Wagens

MICHAEL POSAVEC



STEFAN SEIP

M101 im Großen Wagen wird auch als Feuerrad-Galaxie bezeichnet. Mehr als 23 Millionen Jahre benötigt ihr Licht bis zur Erde. Obwohl der Durchmesser mit 170 000 Lichtjahren den unserer eigenen Milchstraße weit übersteigt, ist ihre Sterndichte geringer. Ihre Flächenhelligkeit ist daher relativ niedrig, sodass M101 kein einfach zu beobachtendes Objekt ist.

Michael Posavec hat sich am 20. April 2006 unweit von Stockerau in Österreich dieser Herausforderung gestellt. Er benutzte einen Orion-80-ED-Refraktor (farbkorrigiertes Linsenteleskop mit achtzig Millimeter Öffnung und 600 Millimeter Brennweite) und eine digitale Spiegelreflexkamera Canon EOS 350D. Als Leitfernrohr diente ein Celestron 8 mit Fadenkreuz-Okular auf derselben Montierung. Er erstellte bei Iso 800 sechs Aufnahmen à zehn Minuten Belichtungszeit: Das bedeutet eine Stunde Gesamtbelichtung mit ständiger manueller Nachführkontrolle!

Bei der Durchsicht der Rohbilder fiel mir auf, dass alle Aufnahmen leicht längliche Sterne zeigen. Entweder erfolgte die Nachführkontrolle nicht exakt oder die Montierung war nicht perfekt ausgerichtet. Mit der in »Hochglanz«, AH 7-8/2006, S. 75, beschriebenen Methode konnte ich dieses Manko jedoch leicht beheben.

Danach legte ich die Bilder passgenau übereinander, um mit Hilfe der »Ebenen« in Photoshop das arithmetische Mittel zu errechnen. Dadurch wird das verbleibende Bildrauschen reduziert. Eine genaue Beschreibung finden Sie im »Hochglanz«, AH 10/2006, S. 71. Zwar helfen sechs Einzelbilder bereits enorm, das Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu verbessern, doch hätte die doppelte Anzahl zweifellos zu einem noch besseren Ergebnis geführt.

Ein Blick auf das Histogramm machte deutlich, dass der Hintergrund deutlich aufgehellt ist. Der Grund dafür ist wahrscheinlich ein durch Lichtverschmutzung beeinträchtigter Nachthimmel. Durch den Beschnitt des Histogramms auf der linken Seite (schwarzes Dreieck; »Schwarzpunkt«) habe ich den Bereich jenseits der steil ansteigenden Flanke, der den Himmelshintergrund repräsentiert, einfach entfernt. Das habe ich für jeden einzelnen Farbkanal (Rot, Grün, Blau) separat durchgeführt. Durch Verbiegen der Tonwertkurve brachte ich die lichtschwachen Außenbezirke der Galaxie noch ein wenig besser zur Geltung. Kleinere Korrekturen bei der Farbgebung und -sättigung führen dann zum Endresultat, das eine wirklich erstaunliche Fülle an Details offenbart.

Auch wenn die Bildverarbeitung mehr Zeit als die Belichtung verschlingt, lohnt sie sich. Herrn Posavec gratuliere ich zu dem fantastischen Bild und wünsche ihm noch viel Freude unter dem Sternhimmel.

Schwacher Kontrast und die hohe Hintergrundhelligkeit lassen M101 auf dem Rohbild nur erahnen (links). Durch Überlagern und Bearbeiten der Bilder zeigen sich ungeahnte Details (rechts). Das Verschieben des »Schwarzpunkts« im Histogramm (Einklinker) bewirkt eine Abdunklung des aufgehellten Himmelshintergrunds ohne Verlust an »echten« Informationen.

Fototipps vom Experten

Ein schönes Motiv – doch Ihr Bild ist nicht optimal geworden? Astrofotograf Stefan Seip gibt Ihnen Tipps, wie Ihre Fotos noch besser werden. Schicken Sie uns Ihre bearbeitete Aufnahme und das Rohbild zu!
redaktion@astronomie-heute.de

Stefan Seip

Sonja und Lunic erforschen den Mars

>> Cecilia Scorza de Appl

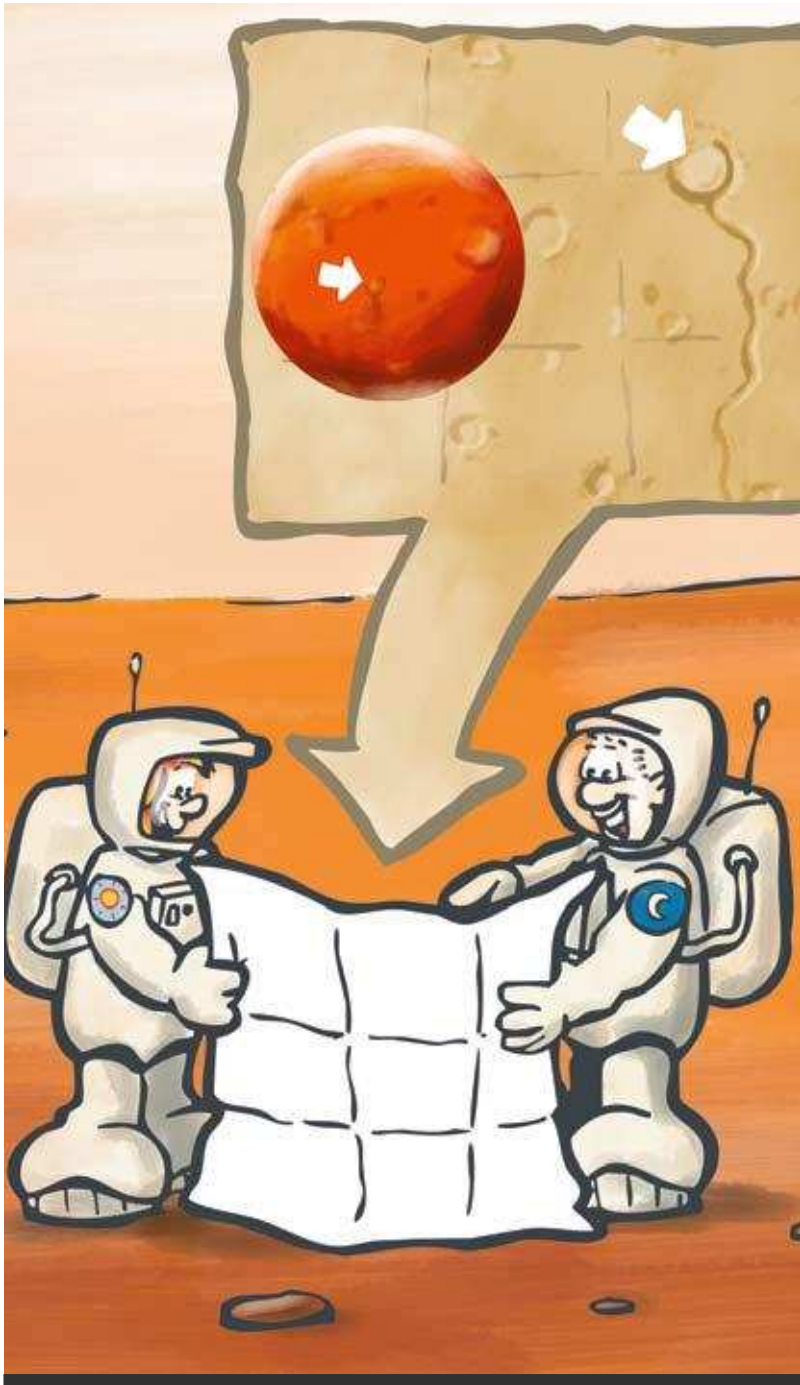
»Das ist Wahnsinn, Lunic: Der Marsroboter ›Spirit‹ sieht ja wie ein kleiner Geologe aus! Er hat einen Kopf mit zwei Videokameras als Augen und einen Arm mit vier Fingern! Damit kann er bestimmt bohren und Gesteinsproben analysieren.«

»Ja, Sonja, und schau mal ganz genau hin, wie gut er ausgerüstet ist: In einem seiner Finger hat er sogar ein Mikroskop. Und er kann fast endlos fahren, da seine Batterien über Solarzellen vom Licht der Sonne immer wieder aufgeladen werden.«

»Das ist hier auf dem Mars besonders wichtig wegen dem Mangel an Tankstellen! Es wäre toll, wenn wir auf der Erde die Energie der Sonne auch für den Autoverkehr nutzen würden. Spirit verschmutzt seine Umgebung überhaupt nicht! Aber was genau sucht er hier auf dem Mars?«

»Bestimmt ist er hinter den Spuren von früheren Wasservorkommen her.« »Warum Wasser, Lunic? Ich sehe hier nur eine Wüste aus rotem Sand und kein Wasser! Woher kommt eigentlich diese rote Farbe?« »Vom Rost! Der Mars ist voller Eisen, und da es hier überall roten Boden gibt, muss es vor Millionen von Jahren viel Wasser gegeben haben. Wie du ja weißt, rostet Eisen, wenn es mit Wasser in Kontakt kommt.«

»Und hinter diesem Wasser ist Spirit her? Vielleicht finden wir Spuren davon in den Marssteinen. Auf der Erde zum Beispiel gibt es heute an den Stränden nur deshalb so viel Sand, weil dort während Millionen von Jahren die Kieselsteine durch die Wellen der Ozeane zerrieben wurden. Wenn es Sandkörner auf dem Mars gibt, würde das bedeuten, dass es auch hier früher einmal Wasser gab, und zwar in großen Mengen.«



Sonja und Lunic suchen auf einer Marskarte den Gusev-Krater.

ALLE GRAFIKEN DES ARTIKELS: AH, EMDE-GRAFIK

»Richtig, Sonja, du bist eine gute Forscherin! Auf jeden Fall gibt es jede Menge Mineralien auf dem Mars, wie die roten Hämatitkristalle beweisen, die aus Eisenrost bestehen. Die Geologen sagen, dass Hämatit nur dann entsteht, wenn Wasser in der Nähe ist.«

»Wollen wir jetzt also Hämatite sammeln gehen? Wir könnten die Steinproben mit den Mineralien auf unsere Rückreise zur Erde mitnehmen und den Geologen zeigen.« »Au ja, das machen wir! Aber vorher möchte ich auf dieser Karte erst herausbekommen, wo wir genau sind. Aha, jetzt weiß ich es: Wir sind im Gusev-Krater gelandet, genauso wie Spirit.«

»Seit wann ist Spirit denn schon hier? Schade, dass der Roboter nicht sprechen und uns erzählen kann, was er schon alles entdeckt hat. Aber dafür ist er bestimmt nicht programmiert. Niemand hat damit gerechnet, dass Spirit fünfzig Millionen Kilometer von der Erde entfernt jemanden trifft, mit dem er reden kann.«

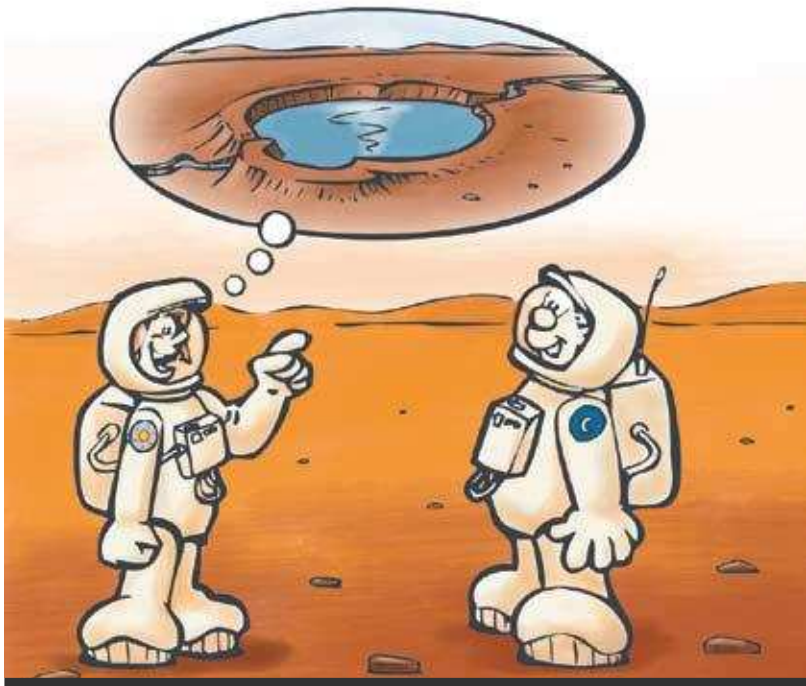
»Spirit ist seit mehr als zweieinhalb Jahren auf dem Mars, genau 988 Sol.« »Sol? Was ist das denn für eine komische Zeitangabe, Lunic?«

»Sol heißt der Marstag. Ein Sol entspricht 24 Stunden und 37 Minuten.« »Dann dauert ein Tag hier etwas länger als ein Tag auf der Erde. Der Rote Planet dreht sich also einen Tick langsamer um seine Achse, als die Erde sich um ihre dreht?«

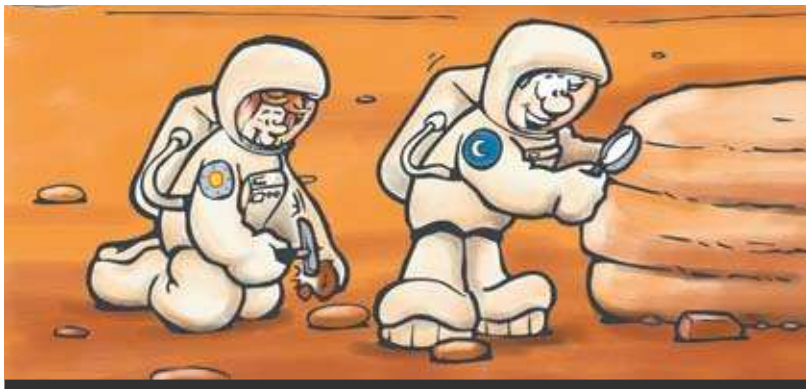
»Genau, Sonja, und es gibt hier auf dem Mars – genau wie auf der Erde auch – vier Jahreszeiten. Jetzt herrscht im Gusev-Krater, der auf der Südhalbkugel liegt, Sommer. Ich will aber nicht wissen, wie kalt es hier im Winter wird.«

»Wenn es auf dem Mars früher tatsächlich so viel Wasser gab, dann hat es bestimmt auch viel geregnet. Aber wo ist das Wasser jetzt hin?«

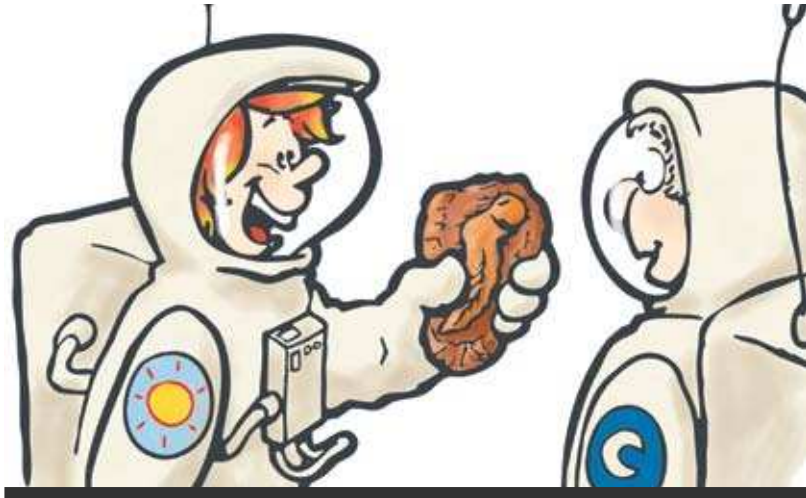
»Die Forscher vermuten, dass das Wasser zum großen Teil unter der Oberfläche eingefroren ist und dass es früher gar nicht geregnet hat. Einschläge von Meteoriten haben den Marsboden erwärmt und so das Eis unter der Oberfläche zum Schmelzen gebracht. Das Wasser sammelte sich in dann in Kratern und Flussläufen – wahrscheinlich war Gusev >



Wasser gab es früher auf dem Mars in rauen Mengen.



Die beiden »Astronauten« auf der Suche nach Marsfossilien



Sonja findet ein erstes Fossil im Marsgestein.

› auch einst randvoll mit Wasser gefüllt, also ein runder See, der jetzt wieder ausgetrocknet ist. Weil die Marsatmosphäre so dünn ist, entweicht Wasser sofort wieder von der Oberfläche. Auf der Erde übt die Atmosphäre einen Druck auf die Wasserteilchen eines Sees aus und sorgt dafür, dass diese im See bleiben. Aber auf dem Mars verdampft Wasser in kürzester Zeit.«

»Wie lange gab es überhaupt Wasser auf dem Roten Planeten? Dauerte die Feuchtzeit lange genug, dass Lebewesen entstehen konnten?« »Das können wir zusammen herausfinden. Wir suchen einfach nach Fossilien und Hämatit, Sonja. Wenn wir etwas finden, so nehmen wir es mit zurück zur Erde.«

»Jetzt sind wir am Rand des Gusev-Kraters angekommen, Lunic, und ich sehe etwas, was wie ein ausgetrocknetes Flussbett aussieht. Dieser Fluss führte früher wohl direkt aus dem Krater heraus.«

»Unglaublich! Die Rinnen im Marsboden erinnern mich tatsächlich stark an ausgetrocknete Flussbetten auf der Erde. Lass uns gleich hier nach Fossilien graben!«

»Schau, Lunic! Ich habe tatsächlich was gefunden: ein kleines versteinertes Urtier mit einem winzigen Schwanz.«

»Um sicherzugehen, dass es wirklich ein Marslebewesen war, zeigen wir es am besten den Wissenschaftlern auf der Erde. So langsam wird es dunkel. Zeit, um wieder zum Raumschiff zu gehen, etwas zu essen und zu schlafen. Bevor wir ins Bett gehen, können wir uns mit dem Fernrohr noch den Nachthimmel über dem Mars anschauen.«

»Wir brauchen gar kein Fernrohr dafür, Lunic. Ich sehe etwas Wunderbares: Oberhalb der untergehenden Sonne steht die Erde als strahlend blau schimmernde Murmel am Marshimmel!« ‹‹

Auf der Suche nach Leben auf dem Mars

Mit diesem Versuch könnt ihr die Experimente der Forscher nachbauen, die Leben im Marsboden suchen. Ihr braucht dafür:

3 Gläser
sauberen Sand
einen Teelöffel (Tl.)
2 Tl. Salz
2 Tl. Trockenhefe
2 Tl. Backpulver
½ Tasse Zucker
3 farbige Etiketten (rot, gelb und blau)
warmes Wasser

Verteilt den Sand zuerst auf die drei etikettierten Gläser. Mischt den Sand im rot etikettierten Glas mit Salz, den im gelben mit Backpulver und den im blauen mit Hefe. Um die Marskälte nachzuahmen, könnt ihr die Gläser über Nacht in den Kühlschrank stellen. Am nächsten Tag löst ihr etwas Zucker in einem Krug mit warmem Wasser auf. Nun verteilt ihr das gesüßte Wasser – die Nährlösung – auf die drei Gläser. Beobachtet die Reaktionen nach einer Stunde. Was seht ihr?

Ergebnis: Im rot etikettierten Glas passiert gar nichts, im gelben läuft auf Grund des Backpulvers nur eine kurze Reaktion ab. Nur im blau etikettierten Glas bildet sich dagegen eine dicke Schaumschicht, weil Hefe aus einzelligen Pilzen besteht, die sich von der Zuckerlösung ernähren und sich vermehren. Auf ganz ähnliche Art versuchen die Wissenschaftler mikroskopische Pilze im Marsboden zu finden.

In drei Gläsern suchen Lunic und Sonja nach Lebensspuren.

Vom Orbit über Frankfurt aus würden wir die Erde wohl so sehen wie im Bild links. Auch der fast neue Mond und der Rote Planet laden dazu ein, nahe heranzuzoomen.

Planeten-Desktop

Mit dem Programm eines Schülers wird der Bildschirmhintergrund Ihres Macs lebendig. **>> Oliver Dreissigacker**

Das Projekt nennt sich OSXplanet und geht auf das Open-Source-Programm Xplanet von Hari Nair zurück. Mit diesem können Sie sich – unter einer *ix- beziehungsweise einer X-Windows-Umgebung – naturgetreue Darstellungen der Planeten auf den Rechner holen.

OSXplanet geht nun einen Schritt weiter und stellt die Himmelskörper nicht in einem Fenster, sondern direkt auf dem Schreibtisch eines Macs mit OS 10.3 oder neuer dar. Ein Grund mehr, diesen immer aufgeräumt zu halten, um die »freie Aussicht« genießen zu können!

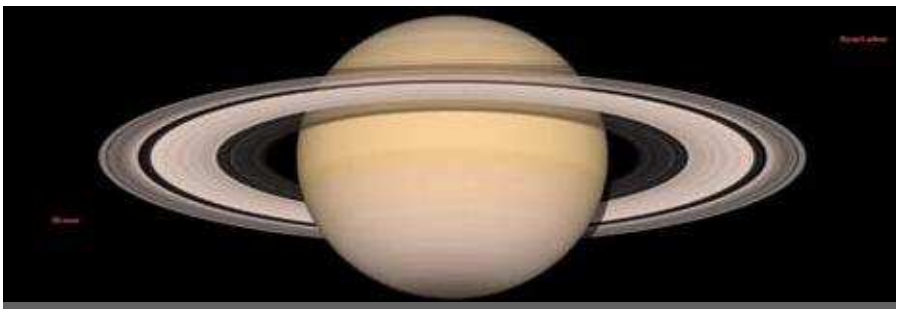
Die Software wurde von Gabriel Otte geschaffen. Für den High-School-Schüler aus Kalifornien ist es eines seiner ersten Programmier-Projekte und das Ergebnis wahrlich beeindruckend.

Die Steuerung läuft über ein Icon in der Menüleiste des Macs. Es gibt zahlreiche Darstellungsoptionen für die verschiedenen Planeten, darunter diverse Kartenprojektionen (Mercator, orthografisch und einiges mehr) und Perspektiven. So können Sie sich etwa alle Planeten von Pluto aus ansehen.

Auch die Erde darf natürlich nicht fehlen. Hier lohnt es sich besonders, die Ansicht jede Minute oder alle fünf neu berechnen zu lassen. Denn wahlweise können die Internationale Raumstation ISS und das Weltraumteleskop Hubble mit ihren jeweiligen Bahnen eingeblendet werden (am rechten Rand des großen Bilds) sowie aktuelle Wetterdaten, aber auch aktive Vulkane und Erdbeben. Sie werden wie ich staunen, was auf unserem Planeten alles los ist.

Ein paar Bugs gibt es noch: So wird im Multi-Bildschirm-Modus nur der zuletzt eingestellte Planet aktualisiert. Auch die Darstellung der Sonne ist fehlerhaft, sie wirft einen Schatten.

Dennoch werde ich OSXplanet sicher nicht wieder von meinem Desktop verbannen und wünsche Otte viele Spenden für die Anschaffung eines Intel-Macs, auf dem er die nächste Version programmieren will. <<



Ringplanet Saturn inklusive Monde – von der Erde aus gesehen

Oliver Dreissigacker arbeitet wie Otte zurzeit noch auf einem PowerPC-Mac.

Download (10 MB):
www.gabrielotte.com/osxplanet/main.html

Lisa Randall

Verborgene Universen
Eine Reise in den extradimensionalen Raum

S. Fischer Verlag, Frankfurt am Main 2006
448 Seiten
ISBN 3-10-062805-5
19,90 €

Alle rezensierten Bücher, CD-Roms und DVDs können Sie in unserem Science-Shop bestellen.

Internet: www.science-shop.de
per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de
telefonisch: 06221 9126-841
per Fax: 06221 9126-869

Verborgene Welten

Gibt es neben den vertrauten drei räumlichen und einer zeitlichen Dimensionen noch weitere? Sind sie vielleicht eng aufgerollt und deshalb für uns unsichtbar?

In ihrem Buch geht die amerikanische Physikerin Lisa Randall diesen Fragen nach, die sich aus den modernen Stringtheorien ergeben. Mit neuen Modellen streben die Forscher eine Vereinigung von Quanten- und Relativitätstheorie an, um so den fundamentalen Aufbau unserer Welt zu verstehen.

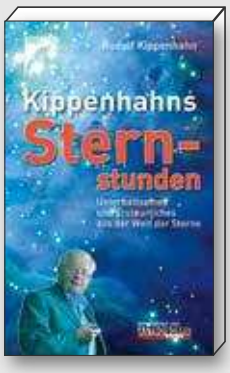
Keine leichte Kost: Randall spannt den Bogen von grundlegenden Erklärungen des Dimensionsbegriffs über die Grundlagen von Quantenphysik und Relativität, das Standardmodell der Elementarteilchen bis hin zur Supersymmetrie. Nicht umsonst gilt die Autorin als einer der führenden Experten der Stringtheorie und hat selbst zahlreiche bahnbrechende Arbeiten über Branen in höherdimensionalen Räumen veröffentlicht.

Entsprechend kenntnisreich ist das Buch geschrieben. Zwar kommt es ohne Mathematik, aber natürlich nicht ganz ohne Fachsprache aus und fordert dem Leser durchaus einiges ab: insbesondere ein gutes Gedächtnis, um all die Fachbegriffe zu behalten, die auf über 500 Seiten eingeführt werden.

Zwar versucht Randall, dem Leser den Stoff mit zahlreichen Analogien näherzubringen. Doch diese sind nicht immer glücklich gewählt und werfen oft mehr Fragen auf, als sie beantworten: so etwa, wenn sie virtuelle Teilchen mit Bürokraten vergleicht, die Dualität der Superstringtheorie mit der Zubereitung eines Fünf-Gänge-Menüs oder das Planck'sche Strahlungsgesetz mit dem Essverhalten unterschiedlicher Menschen.

Trotzdem ein insgesamt empfehlenswertes Buch für jeden, der mehr über zusätzliche Dimensionen unseres Universums erfahren möchte und die nötige Geduld zur Erfassung dieses nicht einfachen Stoffs mitbringt. >> Rainer Kayser

Mit dem Weltall auf Du und Du



Rudolf Kippenhahn

Kippenhahns Sternstunden
Unterhaltsames und Erstaunliches aus der Welt der Sterne

Kosmos-Verlag, Stuttgart 2006
192 Seiten, mit zirka 90 Fotos und Illustrationen
ISBN 3-440-10424-9
14,95 €

Seit vielen Jahrzehnten ist Rudolf Kippenhahn bereits in der Astronomie tätig. Er war Professor für Astronomie und Astrophysik an der Universität Göttingen und Leiter des Max-Planck-Instituts für Astrophysik in Garching bei München. Das Universum, so scheint es, kennt er wie seine Westentasche (siehe AH 4/2003 S. 92).

Nach seiner Pensionierung wurde er durch seine vielen pädagogisch-didaktischen Bücher so etwas wie der Märchenonkel der Astronomie: ein Mann, der spannende Geschichten erzählt, nur eben aus dem fernen Reich der Sterne und Galaxien. Auch wir bei ASTRONOMIE HEUTE haben uns gern aus dem reichen Fundus seines Schatzkästleins bedient: In der Rubrik »Kippenhahns Sternstunde« erklärte er uns und unseren Lesern jahrelang die Welt – oder besser das Weltall.

Die besten Beiträge daraus hat der Kosmos-Verlag nun in einem Buch desselben Titels zusammengestellt. Was unterscheidet Atomzeit, astronomische Zeit und Weltzeit voneinander? Tickt unsere Erde anders als die Atomuhren? Und was um alles in der Welt ist eigentlich ein Analemma? All diese Fragen beantwortet Kippenhahn in seinen kurzen Essays und Kolumnen auch für Einsteiger verständlich.

Dass ein Wissenschaftler komplizierte Theorien und Zusammenhänge anschaulich und unterhaltsam darstellen kann, ohne dabei unwissenschaftlich zu werden, ist im deutschsprachigen Raum eher selten. Kippenhahn beherrscht diese hohe Kunst und ergänzt seine Ausführungen noch durch eine sehr persönliche Note. Die private Begegnung mit der verkannten Forscherin, der Chemikerin Ida Tacke, schildert er dabei genauso spannend wie das Thema seines Abituraufsatzes im März 1945: die kopernikanische Revolution. Kippenhahns Sternstunden sind unbedingt zu empfehlen. >> Stephanie Hügler

Michael Vogel

Kosmos Sternführer für unterwegs
Sternbilder und Planeten entdecken und beobachten

Kosmos-Verlag, Stuttgart 2006
80 Seiten mit 24 farbigen Sternkarten
und Kunststoff-Schutzumschlag
ISBN 3-440-10614-4
6,95 €

Sterne in der Tasche

Die meisten Menschen kennen das Sternbild Großer Bär. Oder zumindest jene sieben hellen Sterne, die wir im europäischen Kulturkreis Großer Wagen nennen. Dies macht sich der kleine Sternführer im Westentaschenformat aus dem Kosmos-Verlag zu Nutze. Für jeden Monat gibt es darin zur ersten Orientierung am Sternhimmel eine Karte des Nordhimmels, welche über das bekannteste zirkumpolare Sternbild den Weg zum Polarstern weist.

Zwölf Sternkarten im Querformat und jeweils eine kurze Beschreibung der wichtigsten Konstellationen und markantesten Sterne stehen im Mittelpunkt des Bands. Die nach Süden ausgerichteten Karten sind grafisch ansprechend gestaltet und zeigen die mit bloßem Auge sichtbaren Sterne bis zur 4. Größenklasse. Auch die Farben auffälliger Sterne wie des rötlichen Beteigeuze im Orion oder des blau-weißen Regulus im Löwen sind grafisch gut umgesetzt. Um die Planeten leichter finden zu können, ist auf jeder Sternkarte die Ekliptik eingezeichnet. Allerdings leider mit roter Farbe, die bei nächtlichen Sterntouren bei rotem Taschenlampenlicht nicht mehr erkennbar ist.

Die Halbwertszeit dieses Sternführers ist – von den Sternkarten einmal abgesehen – nur auf einige Jahre angelegt: Für den Zeitraum bis 2015 findet man monatliche Angaben zu Vollmond und Neumond sowie zu den mit bloßem Auge sichtbaren Planeten Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Daneben werden besondere Himmelsereignisse wie Mond- und Sonnenfinsternisse, Sternbedeckungen und spektakuläre Planetenbegegnungen präsentiert.

Im Untertitel führt der Sternführer den Zusatz »für unterwegs«. Hier muss man aber einschränkend sagen: Nur für unsere Breiten, also etwa 50 Grad nördlicher Breite, sind die Sternkarten einsetzbar.

Ein weiterer Punkt, der mir nicht gefällt: Die Karten zeigen den Sternhimmel gegen 22 Uhr MEZ, ohne dass dies erläutert wird. Ein Anfänger wird den nächtlichen und jahreszeitlichen Wandel des Sternhimmels deshalb erst mit einer drehbaren Sternkarte wirklich nachvollziehen und verstehen können. Himmelsobjekte wie Sternhaufen, Nebel und Galaxien werden – von den Plejaden und dem Orionnebel abgesehen – nicht gezeigt oder im Text erwähnt, selbst jene nicht, die man bereits mit bloßem Auge sehen kann wie die Hyaden oder der Andromedanebel.

Dieses kleine Büchlein hinterlässt einen zwiespältigen Eindruck. Es zielt zu sehr auf seltene Himmelsereignisse ab und weniger auf die Astronomie als Erlebnis. Die Rubrik »Highlights des Monats« hätte zu Gunsten einer Beschreibung augenfälliger Himmelsobjekte wegfallen können. Wer den Zugang zu Objekten erwartet, die erst mit einem Fernglas sichtbar werden, wird in diesem Sternführer nicht fündig. Dafür gab es im selben Verlag schon vor Jahrzehnten bessere Bücher.

Trotz dieser kleinen Mängel bietet der kleine Band dem Anfänger für sehr wenig Geld eine akzeptable Hilfe, einige Sternbilder kennen zu lernen, und macht sicher Appetit auf mehr.

>> Stefan Oldenburg

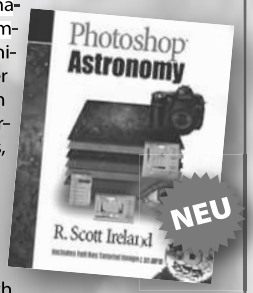
Atlas der Messier-Objekte

Eine gelungene Mischung aus Beobachtungshilfe und Bildband. Das großzügige Format und die aufwändige optische Gestaltung machen die Lektüre zu einem echten Genuss! Eine derartig umfangreiche und vollständige Darstellung zu den Messier-Objekten hat es bisher in deutscher Sprache noch nicht gegeben. Die Beschreibung zu den Objekten gliedern sich in die Abschnitte Historie, Astrophysik und Beobachtung. Gleichgültig ob das Interesse eher historisch, theoretisch oder praktisch ausgerichtet ist, kommt jeder mit diesem Buch auf seine Kosten.

€ 59⁹⁰

Photoshop Astronomy

Der Autor arbeitet seit fast 10 Jahren mit Photoshop, um seine Astrofotos zu bearbeiten. Die dabei gemachten Erfahrungen hat er in diesem speziell auf die Bedürfnisse des Amateurastronomen zugeschnittenen Buch gesammelt. Die behandelten Themen sind unter anderem: die technische Ausstattung, Farbmanagement, Histogramme, Maskierungstechniken, Addition mehrerer Bilder, Korrektur von Vignettierungen, korrektur von Farbhalos, Deformationen oder überbelichteten Sternen, LRGB und vieles mehr. Auf der beigefügten DVD befinden sich alle im Buch besprochenen und verwendeten Beispielbilder.



€ 39⁹⁰

Astronomik UHC-E

Diese neue Variante des UHC-Filters ist eine günstige Ergänzung unseres Angebotes. Gegenüber dem Profi UHC-Filter ist die Halbwertsbreite etwas größer, die Transmission etwas geringer (typisch 94% gegen 98%). Dadurch liefert etwas weniger kontrastreiche Bilder an größeren Fernrohren. Durch seine Eigenschaften können wir den UHC-E-Filter als preiswerte Alternative für Geräte bis 15cm Öffnung empfehlen.

ab € 65⁰⁰

astro-shop
Eiffestr. 426 • 20537Hamburg
Telefon 040 / 511 43 48 • FAX 040 / 511 45 94
www.astro-shop.com/ahoi

Samstag, 14. Oktober

Wissenswelten
Raketenfieber –
Die Eroberung des Weltraums
Bereits vor etwa 800 Jahren wurden in China die ersten Raketen abgefeuert. Lange Zeit nur für Feuerwerk und militärische Zwecke genutzt, kommt den Geschossen Mitte des 20. Jahrhunderts eine neue Bedeutung zu – bei der Erschließung des Alls. Der Film erzählt anschaulich den technologischen, aber auch ideologischen Wettlauf, der zur Eroberung des Weltraums führte
ZDF Doku, 6.00 und 22.00 Uhr

NOAA

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Die Bahnen der Planeten – Johannes Kepler
Ein halbes Jahrhundert nachdem Nikolaus Kopernikus seine Theorie des heliozentrischen Weltbilds entwickelte, gelang es dem deutschen Astronomen und Mathematiker Johannes Kepler, ein genaues Bild unseres Sonnensystems zu zeichnen. Dazu nutzte er die Beobachtungen des Dänen Tycho Brahe. Mit seiner Arbeit machte Kepler das kopernikanische Weltbild unangreifbar
SWR, 6.05 Uhr

Überschalljäger – Im Bann der Schallgeschwindigkeit
Diese Dokumentation beleuchtet das Thema Schallgeschwindigkeit. Dabei stehen auch Besuche beim Navy Elite Flight Center, beim Supersonic Research Program der Nasa und bei Utahs Bonneville Salt Flats auf dem Programm
Discovery Channel, 18.15 Uhr
Wdh. am 15.10. um 7.25 Uhr und am 17.10. um 8.20 Uhr

Montag, 16. Oktober

Odyssee ins All (2/3): Oasen im Universum
Gibt es außerhalb der Erde Leben im Weltall? Als eine der Grundvoraussetzungen gilt Wasser in flüssiger Form. Im Brennpunkt des Forschungsinteresses steht der Jupitermond Europa. Beendet er das irdische Monopol auf Leben? Europa ist vollständig mit Eis bedeckt. Seine Oberflächentemperatur beträgt minus 160 Grad Celsius. Verbirgt sich unter der zersplitterten Eisschicht ein Ozean mit vielfältigen Lebensformen? Könnte der Ursprung allen Seins außerirdisch sein?
Phoenix, 8.15 Uhr

Dienstag, 17. Oktober

Meilensteine der Naturwissenschaften und Technik: Das expandierende Universum – Edwin Powell Hubble
Schon seine Doktorarbeit widmete Edwin Hubble den Galaxien. Um ihre Entfernung zu ermitteln, suchte er Sterne mit schwankender Größe und Helligkeit. Dadurch konnte er beweisen, dass es Galaxien außerhalb unserer Milchstraße gibt. Mit dem so genannten Hubble'schen Gesetz beschrieb er außerdem die Expansion des Universums. Zur Gewinnung neuer Daten über das Universum dient heute das nach ihm benannte Weltraumteleskop
MDR, 13.30 Uhr

Doku: Raketen – Der Griff nach den Sternen
Die Weltraumrakete ist die schnellste und mächtigste Maschine, die je gebaut wurde. Was vor rund 800 Jahren mit simplen Feuerwerkskörpern in China begann, ist heute zum Glanzstück des Hightech-Zeitalters herangewachsen. Die Dokumentation widmet sich der Geschichte der Rakete
N24, 22.05 Uhr

Mittwoch, 18. Oktober

Abenteuer Wissen
Vorstoß in die Tiefe – In der Gewalt des Meeres
Ungefähr vier Meilen vor der Küste Floridas nahmen vier Versuchspersonen der Nasa an einem ungewöhnlichen Experiment teil. Sie werden mehrere Tage lang im Unterwasser-Habitat »Aquarius« leben – isoliert in einem 45 Quadratmeter großen Forschungslabor, 16 Meter unter dem Meeresspiegel. Die Nasa nutzt die Bedingungen unter Wasser, um Weltraummissionen vorzubereiten
ZDF, 22.15 Uhr

Donnerstag, 19. Oktober

Wettlauf zum Mond (1/4): Aufbruch ins All
Kurz vor Ende des Zweiten Weltkriegs begannen die Alliierten, fieberhaft nach dem deutschen Raketenexperten Wernher von Braun zu suchen. Er hatte in Peenemünde für die Nazis die modernste Rakete der Welt entwickelt: die V2. Ihre Technologie war jener der Siegermächte um 25 Jahre voraus
SWR, 22.55 Uhr

Freitag, 20. Oktober

Im Rhythmus der Sonne
Die Sonne gibt für Mensch und Tier den Rhythmus des Lebens vor. Was passiert aber, wenn dieser Rhythmus gestört ist? Wenn mittags schon die Dämmerung beginnt und die Nacht nach wenigen Minuten wieder endet? In früheren Zeiten verbreiteten Sonnenfinsternisse Angst und Schrecken. In manchen Kulturen galten sie sogar als Zeichen für den Weltuntergang
hessen fernsehen, 15.45 Uhr

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

Mittwoch, 25. Oktober

Kosmische Superbomben – Asteroiden auf Erdkurs
Ein gleißender Lichtschein am Himmel kündet Unheil an: Ein Asteroid rast auf die Erde zu. Gesteinsbrocken und Erdkruste verflüssigen sich beim Aufprall – der Einschlag eines Asteroiden könnte die ganze Menschheit auslöschen. Für Astrophysiker ist es keine Frage, ob, sondern lediglich, wann die nächste Kollision mit einem Himmelskörper stattfindet
3sat, 16.30

ZDF / NATGEO / NAKED SCIENCE / FREEMANTLE

Donnerstag, 2. November

Wettlauf zum Mond (3/4): Der erste Mensch im All
Seit dem Ende der 1950er Jahre suchten die Weltraumexperten der Supermächte nach Männern, die sie ins All schicken konnten. Die Amerikaner nannten sie Astronauten, die Sowjets Kosmonauten. Im Kalten Krieg lieferten sich die beiden großen Blöcke einen beispiellosen Wettlauf. Sowjets und Amerikaner vermeldeten einen Erfolg nach dem anderen
SWR, 22.55 Uhr

Donnerstag, 26. Oktober

Wettlauf zum Mond (2/4): Der Sputnik-Schock
Am 4. Oktober 1957 sendete »Sputnik« das berühmte »Piep, piep« aus dem All. Das Signal war überall auf der Welt zu empfangen. Die Sowjetunion hatte damit einen Etappensieg bei der Eroberung des Weltalls errungen
SWR, 22.55 Uhr

Samstag, 28. Oktober

Die Gebrüder Wright: Ein Flug in den Ruhm
Vor etwas mehr als einhundert Jahren eröffneten die Gebrüder Orville und Wilbur Wright auf einem Feld bei Kitty Hawk das Zeitalter der Luftfahrt. Der Film wirft einen Blick auf die ersten Flugversuche der amerikanischen Pioniere
arte, 2.00 Uhr

Donnerstag, 9. November

Wettlauf zum Mond (4/4): Die Apollo-Mission
Im Juli 1969 startete Apollo 11 von Cape Canaveral aus. An Bord waren drei Astronauten: Edwin Aldrin, Neil Armstrong und Michael Collins. Am 20. Juli 1969 landete die Mondfähre »Eagle« auf dem Erdtrabanten. Als erster Mensch betrat Neil Armstrong den Mond und beendete so den Wettlauf der Supermächte
SWR, 22.55 Uhr

EVENTS

28.9.–9.4.2007 Große Landesausstellung »Aufbruch ins Weltall« im Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim
Internet: www.raumfahrt-ausstellung.de

4.11.–5.11. Meade-Astrotag im DORINT NOVOTEL Hotel Köln City in der Bayenstr. 51, 50678 Köln, jeweils 10.00 bis 18.00 Uhr. Erleben Sie neue Produkte und sprechen Sie mit den Experten
Rückfragen unter: Tel.: 02872 8074150
Internet: www.meade.de

4.11.–5.11. 3. Tagung der VdS-Fachgruppe »Geschichte der Astronomie« auf der Sternwarte Potsdam-Babelsberg (AIP)
Samstag, 4.11.: Vorträge und Besichtigung der Sternwarte Babelsberg; Sonntag, 5.11.: Führung durch die Sternwarte Potsdam
Anmeldung: Wolfgang Steinicke
Gottenheimerstr. 18, 79224 Umkirch
E-Mail: wolfgang.steinicke@vds-astro.de
Internet: www.vds-astro.de/fg-geschichte

11.11. 25. Bochumer Herbsttagung der Amateurastronomen, BoHeTa. Große Tagung mit Vorträgen von Amateuren für Amateure, Ausstellung astronomischer Arbeiten, Treffpunkt und Führungen
Ort: Ruhr-Universität Bochum
Vortragsanmeldungen an: Peter Riepe
Lortzingstr. 5, 44789 Bochum
Internet: www.boheta.de

18.11.–19.11. Ausstellung der Sternfreunde Münster. Die Sternfreunde bieten an diesem Wochenende einen ausführlichen Einblick in das Hobby Astronomie. Ein Büchertisch informiert über die wichtigste und aktuelle Literatur, eine Teleskopausstellung zeigt das Instrumentarium der Sterngucker. Astronomische Aufnahmen unserer Mitglieder demonstrieren die Möglichkeiten der Fotografie und der digitalen Bildbearbeitung
Ort: Westfälisches Museum für Naturkunde
Zeit: 14.00–18.00 und 10.00–18.00 Uhr

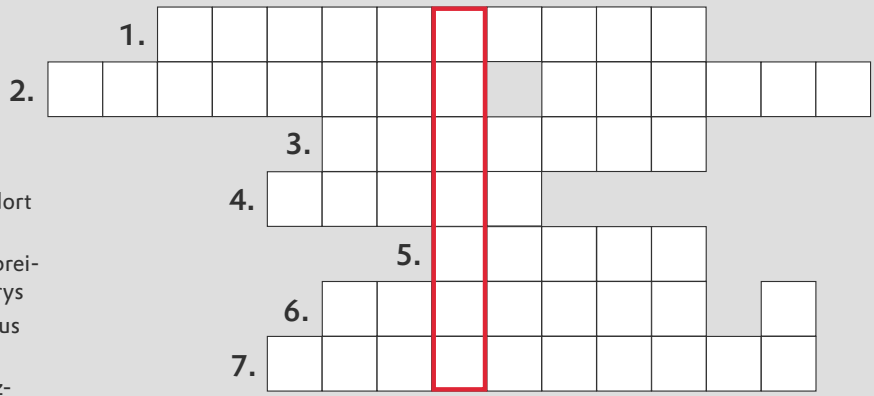
Auch Ihre Termine können hier kostenlos stehen! Für die Dezember-Ausgabe schicken Sie bis zum 18. Oktober 2006 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

25.11. Hattinger Astronomie- und Trödeltag HATT. Ausstellungen von Amateurastronomen, Vorstellung von Amateur- und Volkssternwarten sowie Erfahrungsaustausch und kostenloser Verkauf für Amateurastronomen. Im Angebot finden Sie unter anderem: Teleskope, Zubehör und Ersatzteile, Bücher, Poster, Bilder und Antiquariat, EDV, Astronomische Erlebnisreisen
Ort: Aula der Realschule Grünstraße in 45525 Hattingen-Mitte
Zeit: 10.00–16.00 Uhr
Internet: www.sternwarte-hattingen.de
Anmeldung (nur für Aussteller) und nähere Informationen unter Tel.: 0174 8131234 oder 0201 8336082 oder per E-Mail an ingo.schmidt@sternwarte-hattingen.de

PREISRÄTSEL

Gewinnen Sie einen Sechszöller mit ASTRONOMIE HEUTE! Teil 4

1. Sternbild, in der Mythologie die Mutter der Andromeda
2. Poetischer Begriff für die Regenbogenbucht (Sinus Iridum) auf dem Mond
3. Lateinischer Name eines der Sternbilder, die der Satellit Corot zuerst ins Visier nehmen soll
4. Krater auf dem Mars, Sonja und Lunic besuchen dort einen der Nasa-Rover
5. Dänischer Astronom, entdeckte die endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts und baute Orrerys
6. Raumsonde, die nach zwölf Jahren Flugzeit Uranus passierte
7. Bauart des neuen Teleskops der Sternwarte Welzheim



1. Preis:

»Space World Weltraum-Panorama«, Kalender für 2007 im Großformat 50 × 100 Zentimeter, Drahtbindung. Limitierte Vorzugsausgabe – einzeln nummeriert. Palazzi Verlag, Bremen (www.palazzi-kalender.de). Wert: 89,–€

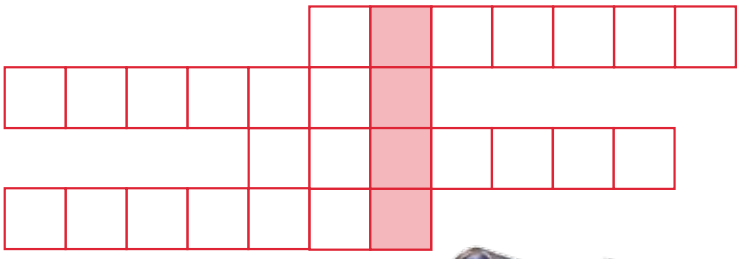
2.–4. Preis:

»Outer Space«, der Kosmos-Bildatlas des Sonnensystems von Hermann-Michael Hahn. 217 Seiten mit zahlreichen Farbfotos und farbigen Illustrationen. Kosmos Verlag, Stuttgart (www.kosmos.de). Wert: 34,90 €

Bitte schicken Sie das rot umrandete Lösungswort per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort ASTRONOMIE HEUTE 11/2006, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg. Einsendeschluss ist der 10. 11. 2006. Letzter Teil einer vierteiligen Rätselreihe. Das Lösungswort dieses Teils wird nachfolgend für das Lösen des Superrätsels um den Hauptpreis (»ETX105«) benötigt. Unter den Einsendern der Einzellösung werden weitere Sachpreise gezogen, siehe unten. Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner stehen in der Januar/Februar-2007-Ausgabe, im Handel ab Donnerstag, dem 14. Dezember 2006.

SUPERRÄTSEL

Finden Sie die Reihenfolge, in der die vier Lösungswörter der Ausgaben von Juli/August bis November 2006 in den roten Kästchen einen (neuen!) Begriff aus der Astronomie ergeben. Schicken Sie diesen bis zum 10.11. mit dem Stichwort »AH-Superrätsel« an den Verlag, Adressen siehe oben. Unter den richtigen Einsendern wird das »ETX 105« verlost, Beschreibung siehe unten. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



Hauptpreis des Superrätsels: »ETX 105«

Vier-Zoll-Reflektor von Meade, www.meade.de

Katadioptrisches Spiegelteleskop der Bauart Maksutow-Cassegrain, Optik UHTC-vergütet, Brennweitenverhältnis f/14. Inklusive Go-to-Computermontierung und Stativ. Gesamtwert zirka 1000 €. Wird verlost unter den richtigen Einsendungen des Superrätsels mit den jeweiligen Lösungsworten aus den Einzelrätseln der Ausgaben Juli/August, September, Oktober und November 2006

Lösung des Preisrätsels im September-Heft:

LÖSUNG: Ariane 5 – die Trägerrakete, die Smart-1 in den Weltraum brachte

Die dreißig Gewinner wurden von der Esa benachrichtigt.
Wir gratulieren und wünschen viel Spaß mit den Smart-1-Wasserbällen!

Im Marktplatz rund um die Astronomie finden Sie interessante Angebote, die Ihr Hobby noch spannender machen. Sie wollen hier Ihre Produkte anbieten? Setzen Sie sich mit uns in Verbindung – wir beraten Sie gerne! Erkundigen Sie sich auch nach den günstigen Preisen für eine Kombination von Anzeigen in ASTRONOMIE HEUTE und Sterne und Weltraum!

Astroshop.de
3000 Artikel - alles online!
www.Astroshop.de

Stand: Juli 2006

SATTLEGGERS ALPENHOF
EMBERGER ALM
ASTRO- und FAMILIENURLAUB
im Herbst und Winter!
Perfekte, klare Nächte warten!
Zwei gut ausgestattete Sternwarten (12" + 17,5") auf 1.800m Seehöhe, viel Platz und ein perfekter Sternhimmel erwarten Sie.
Sattleggers Alpenhof und Feriensternwarte
Emberger Alm 2, 9771 Berg/Drautal, Österreich
Tel.: +43/4712/796, Fax: +43/4712/796-6
www.alpsat.at, mail: office@alpsat.at

Fachhandel für opt.Geräte und Astro-Teleskope
OPTIC MAKARIO
Optische u. feinmechanische Fachwerkstatt
41061 Mönchengladbach Aachener Str.61
Tel. 02161/17571 www.optik-makario.de
Geprüfte, präzise kollimierte Teleskope
Wir empfehlen:
Teleskope, Photo-Objektive, Ferngläser, Mikroskope
Umbau CANON EOS 300D, 350D, 20D u. 5D
und NIKON D50, D70, D100 u. D1
für den Einsatz in der IR-, Nachl.-, und Astrofotografie

Bei uns gibt es pro Jahr über 300 klare Nächte...
...und das sogar tagsüber!
Planetarium Mannheim
Vorführungen täglich außer montags
Wilhelm-Varnholt-Allee 1 (Europaplatz), 68165 Mannheim
Auskünfte & Infos: Tel. 0621–415692
www.planetarium-mannheim.de

FERNROHRLAND
Riesige Auswahl an Montierungen
Skywatcher
Azimutal und parallaktisch
ab 90,- bis 1.500,- €
Tragkraft bis zu 18kg
Gemini 41
Field und Observatory
ab 3.900,- €
Tragkraft bis zu 40kg
Celestron
Parallaktisch mit GoTo Funktion
ab 240,- bis 4.200,- €
Tragkraft bis zu 30kg
Montierungen mit Tragkraft bis 150kg auf Anfrage
Ladenöffnungszeiten: Mo.-Fr. 8:30 - 13 Uhr / 14 - 18 Uhr
Fernrohrland by PHOTO UNIVERSAL • Max-Planck-Str. 28 • 70736 Fellbach (bei Stuttgart) • Tel 0711/9 57 60 -17 oder -45 Fax -40
www.fernrohrland.de

Star Observer Ausgaben Mai 1997 bis September 2005 (vollständig, 84 Hefte), neuwertig, € 100,–. Tel.: +43 2624 52325, E-Mail: s.vollenhofer-schrumpf@inode.at

Meade 8-Zoll-LXD75SC UHTC, Autostar, LPI und Meade-4000-Okularkoffer 6,4 bis 40 Millimeter. Mit Netzteil und 12-Volt-Kabel. Kauf: 11/2004. Dreimal benutzt wegen Zeitmangel. NP 2490,– für 1800,–€ VB. Tel.: 08378 932506

Astroscan, mit Verbesserungen, ideales Reiseteleskop, hat 1x den Himmel Namibias gesehen. VB: 275,–€. E-Mail: wdoenges@web.de, Tel.: 02151 573144

Gegengewichtsstange für G11-Montierung. Preis: 45,-€ zzgl. 5,90 € Versand innerhalb Deutschlands. E-Mail: hyakutake@freenet.de

Polhöhenwiege von Astro-Engineering (Megawedge); passend für Meade-Teleskope. Leichte Lackspuren, ansonsten einwandfrei. NP 840 €, VB 490 €. Tel.: 089 7607422; E-Mail: pet.thiel@web.de

Star Observer 1/1994 – 12/2004, Jahrgänge komplett, 75 Hefte, neuwertig, 100 €, Tel: 08571 8770, E-Mail: **herwigb@t-online.de**

Foto-CD mit über 1000 eigenen Astrofotos zu Gunsten der Kindernothilfe zu verkaufen für € 18,– sowie gute Originaldias (MoFi, Mondkrater, Jupitermonde usw.) auf VHB. Fotos und E-Mail siehe www.martin-wagner.org

Dobson und anderes. Dobson »Sky-Watcher« 200/1200 Pyrex 220,–€, nur Abholung (PLZ 14913); 8×25 Winkel-Sucherfernrohr ETX 30,–€; LPI Mond- und Planetenkamera (Meade) 120,–€; Weitwinkelokular EBWW f 32,7/70 Grad von BW Optik/CZJ-Militärausführ.130,–€. E-Mail: MatthiasPuhlmann@gmx.de, Tel.: 03372 403809

ETX Miltenberg Suche Gleichgesinnte zum Erfahrungsaustausch und gelegentlichen Treff. E-Mail: etx-miltenberg@arcor.de

PRIVATE KLEINANZEIGEN ...

... mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen pro Ausgabe kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,–€. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Rechnung oder dem Adressträgerblatt.

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise:		
	bis zu drei Zeilen	22,–€
	jede weitere Zeile	5,–€

Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer des jeweiligen Hefts.

Bitte senden Sie Ihre Kleinanzeige an:
Spektrum der Wissenschaft, Redaktion ASTRONOMIE HEUTE, Slevogtstr. 3–5,
D-69126 Heidelberg, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de
Der Einsendeschluss ist vier Wochen vor Erscheinen des Hefts.

VORSCHAU

Schwarze Löcher

gehören zu den faszinierendsten Objekten des Universums, oft versteckt hinter gleißend hellen Akkretionsscheiben und Materiestrahlen. Wir wissen von winzigen und riesigen Löchern – aber was ist mit den Zwischengrößen?

ILLUSTRATION: S & T, CASEY B. REED

PETER ANIOL

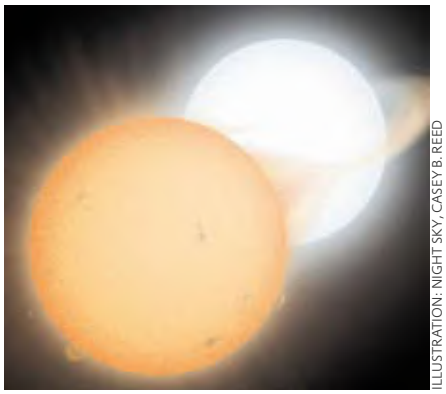


ILLUSTRATION: NIGHT SKY, CASEY B. REED

Der Grüne Blitz

ist kein Comic-Superheld, sondern ein seltenes Phänomen, wenn die Sonne nah am Horizont steht. Gehen Sie mit uns auf die Pirsch!

Eng umschlungen

tanzen die Sonnen Algols und schieben sich immer wieder voreinander. Hier auf der Erde sehen wir das Paar als veränderlichen Stern – mal heller, mal dunkler …

Redshift 6

ist die neue Version des beliebten Planetariumsprogramms für den PC. Wir testen es ausgiebig – und schenken Ihnen die »Starter Edition«!

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. Jakob Staude (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker (Ltg., Chef vom Dienst), Stephan Fichtner, Dr. Joachim Schüring
Ständige Mitarbeit: Dr. Frank Schubert
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove, Claus Schäfer, Sibylle Franz, Anke Heinzelmann
Schlussredaktion: Christina Peiberg (kom. Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Mitarbeit an diesem Heft: Stephanie Hügler, Corinna Karow, Alexander Kerste, Dagny Lüdemann, Dr. Monika Maintz, Dr. Achim Schneider, Dr. Sven Titz
Redaktionsassistenz: Britta Feuerstein
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-765, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: service@spektrum.com
Leserservice: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.com
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck

Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Objektleiter Astronomie: Stephan Fichtner
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, D-69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, Amtsgericht Heidelberg, HRB 338114
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 81 06 80, D-70523 Stuttgart, Tel.: 0711 7252-192, Fax: 0711 7252-366, E-Mail: spektrum@zenit-presse.de, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 22 706 708, Postbank Stuttgart (BLZ 600 100 70).
Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, D-63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 4 vom 1. November 2005.
Gesamtherstellung: Westermann Druck GmbH, D-38104 Braunschweig

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2006 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728, www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope (S & T) und Night Sky: New Track Media LLC, 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138-1200, USA; Publisher: Susan B. Lit; Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D.; VP of Marketing & Business Development: Marcy L. McCreary. Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.